ZENTRALINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG DER DDR

Unterrichtshilfe
für den Einsatz von Programmen
zur Prozeßautomatisierung mit dem KC 85/2 bzw. KC 85/3
im Unterricht des Grundlagenfaches
"Grundlagen der Automatisierung"

Berlin 1990

UH 299

Die Unterrichtshilfe wurde von einem Autorenkollektiv unter Leitung von StR K. Bradatsch, ZIB, ausgearbeitet.

Autoren

Baum, Michael	BS VEB Mikroelektronik "Wilhelm Pieck", Mühlhausen
Bradatsch, Kurt	Zentralinstitut für Berufsbildung der DDR, Berlin
Gottweiss, Lutz	Kommunale Berufsschule II "Fritz Perlitz", Potsdam
Dr. Helbig, Reiner	BBS "A. S. Makarenko" des VEB WBK, Neubrandenburg
Henning, Ralf	Bezirkskabinett für Weiterbildung der Kader der Berufsbildung, Suhl
Hofmann, Dieter	Kommunale Berufsschule I, Karl-Marx-Stadt
Schindler, Claus	Kommunale Berufsschule "Karl Marx", Neuruppin
Schröter, Wolfram	BS "Ernst Thälmann" des VEB Carl Zeiss, Jena

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen

2. Voraussetzungen zur Kopplung der KC-Technik mit dem Lehrlingsexperimentiersatz
2. 1. Der Peripherieanschlußmodul M 001 DIGITAL IN/OUT
2. 2. Der Koppelbaustein

3. Allgemeine Hinweise zur Arbeit mit den Programmen im Unterricht des Grundlagenfaches
3. 1. Überblick über die Zuordnung der einzelnen Programme zu den Lehrplaneinheiten und Stoffgebieten
3. 2. Zur Arbeit mit den Programmen

4. Spezielle Hinweise zur Arbeit mit den einzelnen Programmen
4. 1. Programm "Temperaturmessung mit Thermistor"
4. 2. Programm "Steuerung einer Klimaanlage"
4. 3. Programm "Analoge Signaldarstellung"
4. 4. Programm "Analog-Digital-Wandlung"
4. 5. Programm "Ablaufsteuerung"
4. 6. Programm "UNIBIT"
4. 7. Programm "Drehzahlsteuerung"
4. 8. Programm "Automatisiertes Türsystem"
4. 9. Programm "Digitale Regelung"
4.10. Programm "Prozeß"
4.11. Programm "Automatisierter Arbeitsplatz"
4.12. Programm "Spule"
4.13. Programm "Steuerung einer Fußgänger-Fahrzeug-Ampel"
4.14. Programm "Temperatursteuerung/Regelung"
4.15. Programm "PIO-Programmierung"
4.16. Programm "Füllstandssteuerung"
4.17. Programm "Industrieroboter-steuerung"
4.18. Programm "Digitale Meßwertverarbeitung"

1. Vorbemerkungen

Die vorliegende Unterrichtshilfe wurde in Verbindung mit 18 Programmen auf einer Programmkassette für den Unterricht im Grundlagenfach "Grundlagen der Automatisierung" zur Demonstration sowie zur Experimentiertätigkeit mit dem Lehrlingsexperimentiersatz auf dem Gebiet der Prozeßautomatisierung entwickelt. Damit ergeben sich für die Lehrkräfte vielfältige methodische Möglichkeiten zur Behandlung von Fragen der Prozeßautomatisierung unter Einbeziehung der Computertechnik. Über die Nutzung und Anwendung der Programme im Unterricht müssen die Lehrkräfte eigenverantwortlich in Abhängigkeit von der zugrunde liegenden Lehrplanvariante, den beruflichen Erfordernissen sowie den Leistungsvoraussetzungen der Lehrlinge entscheiden. Die Unterrichtshilfe und die Programme wurden in erster Linie für den Inhaltskomplex "Einführung in die Automatisierung" und für die Lehrplanvarianten "Informatik"- Erweiterte Grundlagen und "Informatik"- Berufsausbildung mit Abitur des Inhaltskomplexes "Informatik" entwickelt.

Die Mehrzahl der vorliegenden Programme lassen sich mit verschiedenen Zielstellungen in mehreren Lehrplaneinheiten bzw. Stoffgebieten einsetzen. Einige Programme können sowohl zur Simulation eines Prozesses auf dem Bildschirm als auch zur experimentellen Demonstration mit Hilfe des Experimentiersatzes genutzt werden. Nähere Hinweise hierzu werden bei der konkreten Vorstellung der einzelnen Programme im Abschnitt 4 gegeben.

Alle Programme sind auf dem KC 85/2 und auf dem KC 85/3 lauffähig. Sofern keine Programmteile im Maschinencode enthalten sind, laufen die Programme auch auf den KC 85/4. Nachfolgend wird nur noch allgemein von der KC-Technik gesprochen.

Zur Verbindung der KC-Technik mit dem Experimentiersatz sind ein Interface (Schnittstelle) am Computer (Modul 001 DIGITAL IN/OUT) und ein Koppelbaustein erforderlich. Ohne diese Voraussetzungen ist eine experimentelle Tätigkeit im Unterricht nicht möglich. Bildschirmsimulationen lassen sich jedoch auch ohne diese Koppelelektronik realisieren.

2. Voraussetzungen zur Kopplung der KC-Technik mit dem Lehrlingsexperimentiersatz

2.1. Der Peripherieanschlußmodul M001 DIGITAL IN/OUT

Der Modul M001 verfügt über den integrierten Schaltkreis IS U855D für die parallele Ein- und Ausgabe von Daten. Dieser wird PIO (Parallel Input/Output)-Schaltkreis genannt. Ferner verfügt der Modul ØØ1 über einen Zähler/Zeitgeberschaltkreis U857D, der auch CTC-Schaltkreis (Counter-Timer-Circuit) genannt wird, sowie über eine integrierte Modulsteuerung und einen Adreßdecoder.

Der PIO-Schaltkreis ermöglicht den Datenaustausch zwischen der KC-Technik und den angeschlossenen externen Geräten über Ein- und Ausgabekanäle (Ports). Der PIO-Schaltkreis verfügt über eine interne Steuerlogik, die mit Hilfe der Taktsignale des Computers arbeitet und eine Interruptsteuerung mit der Möglichkeit der Bildung von Prioritätsketten.

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des PIO-Schaltkreises.

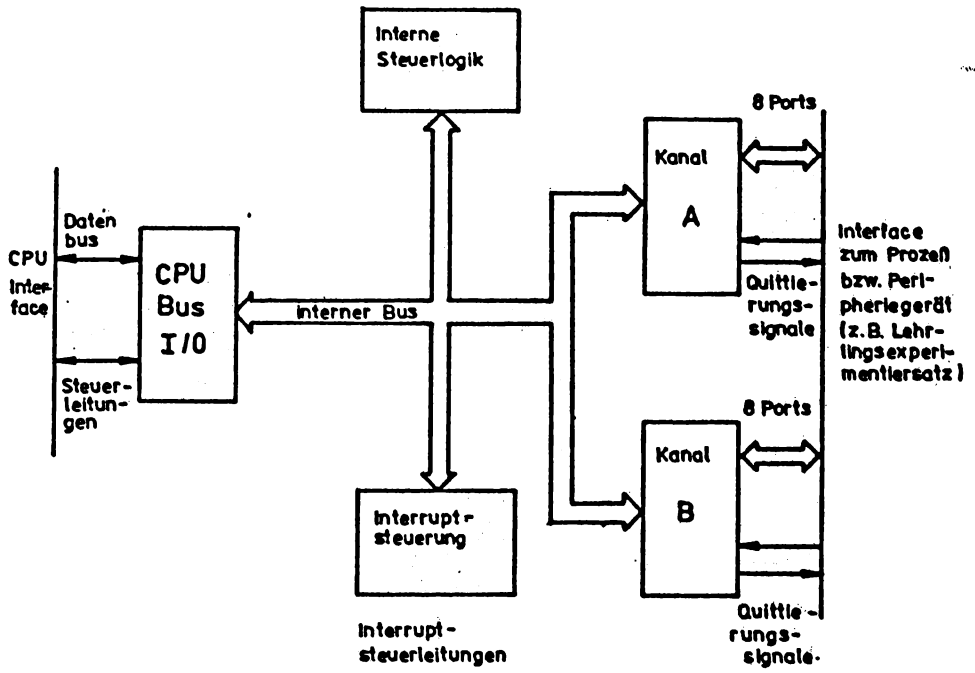


Bild 1 Prinzipielle Struktur des PIO-Schaltkreises

Der CPU-Buspuffer ist notwendig, um Daten- und Steuerinformationen an das Standardzeitverhalten des Mikroprozessorsystems U880 der KC-Technik anzupassen.

Die interne Steuerlogik dient dazu, in Abhängigkeit vom Systemtakt und den Steuersignalen der CPU die Funktion der Steuereinheit zu überwachen. Sie steuert den Datenaustausch zwischen der CPU und den PIO-Kanälen.

Die Interruptsteuerung ermöglicht die Unterbrechung eines Programmablaufs durch Signale von peripheren Geräten. Zu jeder Unterbrechung (Interrupt) gehört eine Interruptserviceroutine, d. h. ein spezielles Programm zur Unterbrechungsbehandlung. Damit kann eine Zwischenspeicherung, Anmeldung und Quittung sowie eine Rücksetzung von Interruptanforderungen (Übersetzungsanforderungen) bewirkt werden. Auf Fragen des Interruptbetriebes wird in diesem Material nicht näher eingegangen.

Die Kanäle Port A und Port B dienen zur Eingabe von Signalen von der Peripherie an die CPU oder der Ausgabe von Signalen von der CPU an die Peripherie. Sie ermöglichen die Übertragung von 8 Bit ≙ 1 Byte. Durch den internen Bus wird der Informations- bzw. Datenaustausch zwischen dem CPU-Puffer, der Interruptsteuerung, der internen Steuerlogik und den Kanälen Port A und Port B realisiert. Im Bild 2 wird das Blockschaltbild eines Kanals dargestellt.

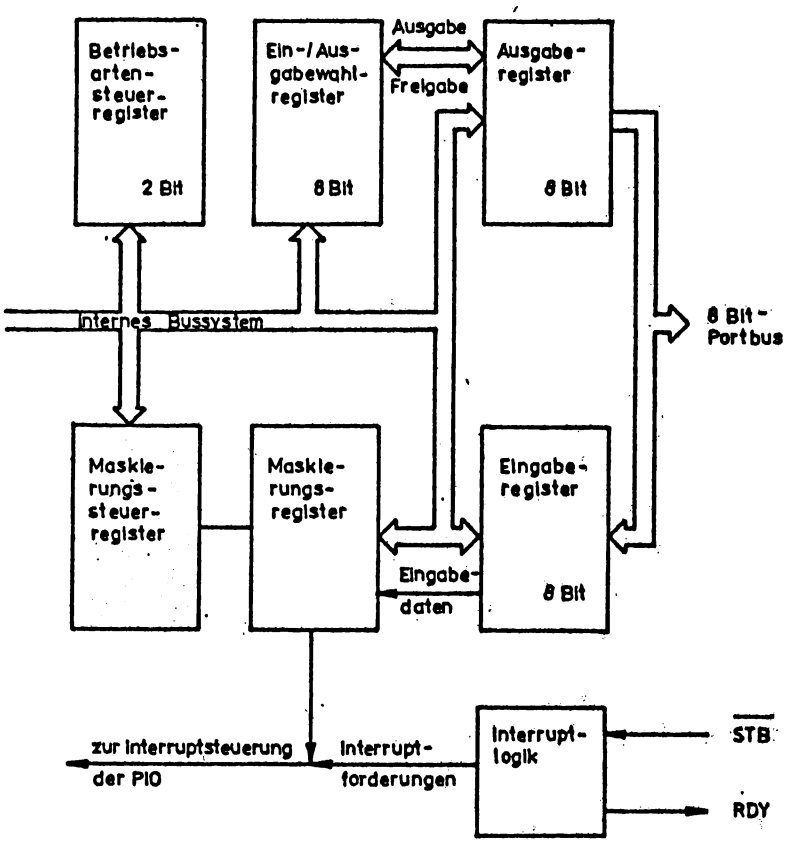


Bild 2 Blockschaltbild eines Kanals - PIO

Vor der Ein- bzw. Ausgabe von Informationen ist festzulegen, in welcher Betriebsart der jeweilige Kanal arbeiten soll und über welchen Kanal der Datenaustausch erfolgen soll. Das geschieht durch Einschreiben von Steuerworten in Register des PIO-Schaltkreises. Diesen Vorgang nennt man PIO-Programmierung.

Folgende Betriebsarten können programmiert werden:

- Byte-Eingabe (Mode 0)
- Byte-Ausgabe (Mode 1)
- Byte-Ein-/Ausgabe (Mode 2)
- Bit-Ein-/Ausgabe (Mode 3)

Für die einzelnen Betriebsarten gelten folgende Steuerworte:

Betriebsart	Steuerwort (hexadezimal)	dezimal
Mode 0	ØF	15
Mode 1	4F	79
Mode 2	BF	191
Mode 3	CF	207

Für den Modul MØØ1 sind im KC-System folgende Adressen für die Steuer- und Datenworte reserviert:

	Steuerwortadresse hex	dez	Datenwortadresse hex	dez
Port A	Ø6	6	Ø4	4
Port B	Ø7	7	Ø5	5

Für die Betriebsart Bit-Ein-/Ausgabe (Mode 3) muß auch festgelegt werden, welche der Bit des jeweiligen Kanals als Eingänge und welche als Ausgänge wirken sollen.

Es gilt:
Ø = Ausgang
1 = Eingang

Für den Unterricht im Fach "Grundlagen der Automatisierung" werden vorwiegend Experimente in der Betriebsart Bit-Ein-/Ausgabe (Mode 3) realisiert. Das nachfolgende Beispiel der PIO-Programmierung in BASIC bezieht sich deshalb auf diese Betriebsart. Dabei wird für die Ausgabe eines Bytes über einen Kanal die BASIC-Anweisung OUT, das Einlesen über einen Kanal die BASIC-Anweisung INP verwendet.
Es sei gefordert, daß über alle Leitungen von Port A Bit-Eingabe und über alle Leitungen von Port B Bit-Ausgabe zu realisieren ist. Dafür gilt folgendes Programmstück zur PIO-Programmierung:

```
10 OUT 6,207 : OUT 7, 207 : REM Festlegung Betriebsart für Port A und B
20 OUT 6,255              : REM Port A alle Bit Eingänge
30 OUT 7,0                : REM Port B alle Bit Ausgänge
```

(Die Programmzeilen 20 und 30 werden meist zusammengefaßt.)

Der CTC-Schaltkreis CTC U857D ist ein Zeitgeber-Zähler-Peripherie-Schaltkreis (Counter-Timer-Circuit). Mit ihm können periphere diskrete Signale erfaßt werden. In dieser Betriebsart fungiert er als Zähler (Zählermode). Er kann auch als Zeitimpulsgeber (Zeitgebermode) arbeiten. Der CTC-Schaltkreis besitzt 4 Kanäle, die softwaremäßig festgelegt werden können. So ist es möglich, die Kanäle einzeln und kombiniert zu nutzen. Die Kopplung mit der CPU erfolgt über das interne Bussystem (Daten und Steuerbusleitungen) wie im Bild 3 dargestellt.

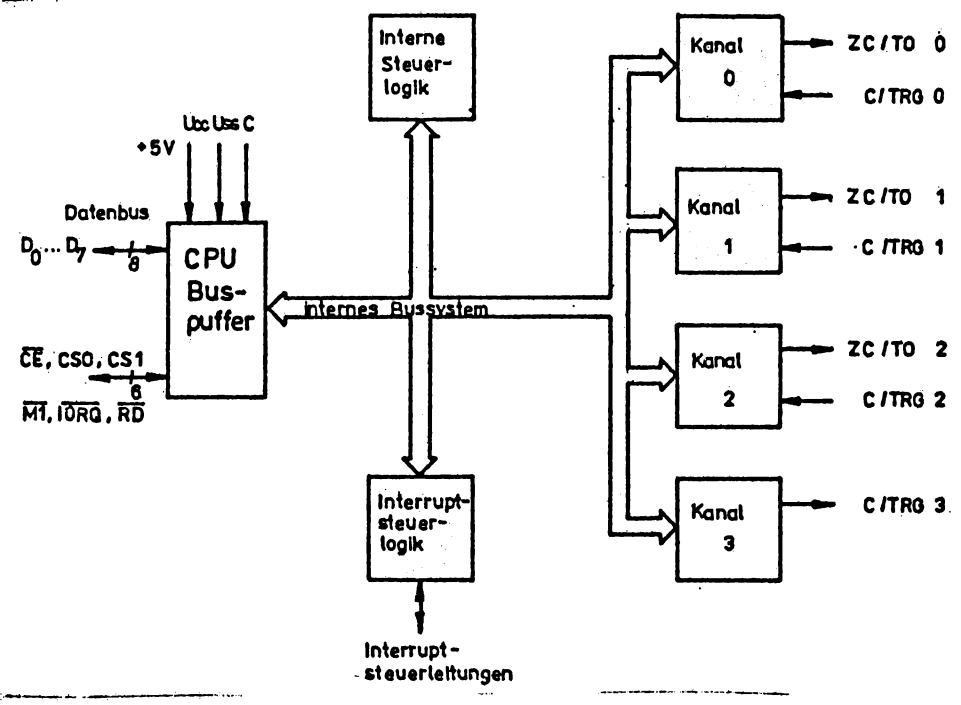


Bild 3 Grundstruktur des CTC-Bausteins

Arbeitet der CTC-Schaltkreis in der Betriebsart Zähler, so können über die Kanäle 0 ... 3 und deren Eingänge (CLK/TRG) externe Impulse eingelesen werden. In der Betriebsart Zeitgeber gibt der Schaltkreis durch die im Programm festgelegten Zeitabstände Impulse ab. Diese Impulse können für den Aufruf einer Programmroutine genutzt werden oder über den Ausgang ZC/TO an den Prozeß abgegeben werden. Bild 4 zeigt das Blockschaltbild eines CTC-Kanals.

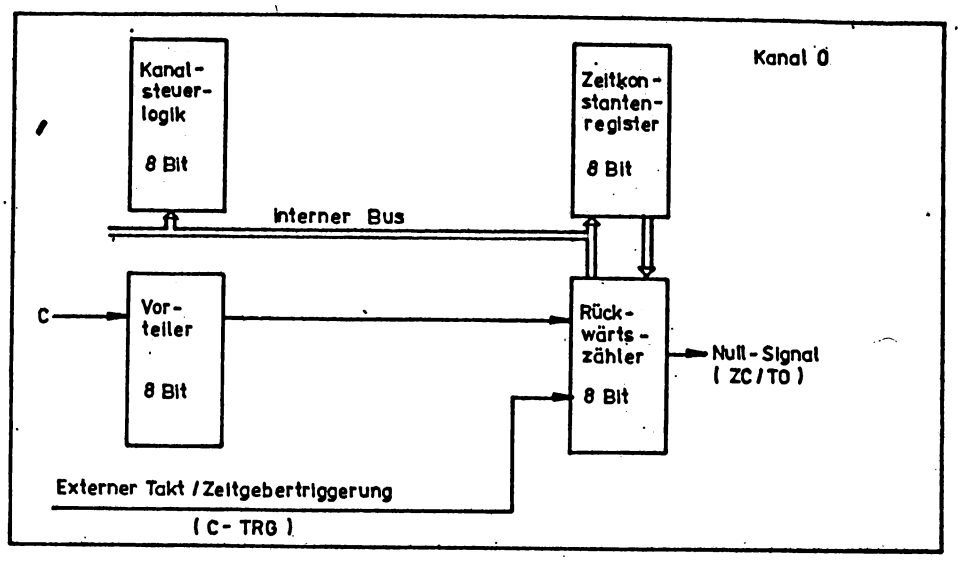


Bild 4 Blockschaltbild eines CTC-Kanals

Über den Peripherieanschluß des Moduls M001 stehen die beiden Ports A und B des U855D und zwei Kanäle des U857D für den Datenaustausch mit den Geräten der Peripherie zur Verfügung. Der Modul besitzt einen 26-poligen Steckverbinder. Er ist das Koppelelement zur extern angeschlossenen Peripherie. Im Bild 5 wird die Peripherieanschlußbelegung dargestellt. Aus Tafel 1 ist die Anschlußbelegung des Steckverbinders ersichtlich. Die Darstellung zeigt den Blick auf die Frontplatte.

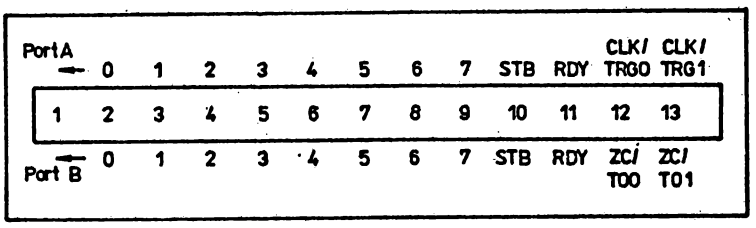


Bild 5 Peripherieanschlußbelegung

Tafel 1

Pin	Bezeichnung	Bemerkungen
1A, 1B	Masse	Datenein-/-ausgänge
2A	PIO A0	"
2B	PIO B0	
3A	PIO A1	
3B	PIO B1	
4A	PIO A2	
4B	PIO B2	"
5A	PIO A3	"
5B	PIO B3	
6A	PIO A4	
6B	PIO B4	
7A	PIO A5	
7B	PIO B5	
8A	PIO A6	
8B	PIO B6	
9A	PIO A7	
9B	PIO B7	"
10A	PIO/ASTB	Handshakesignale
10B	PIO/BSTB	"
11A	PIO/ARDY	
11B	PIO/BRDY	
12A	CTC C/TRG0	Eingang CTC
12B	CTC ZC/TØØ	Ausgang CTC
13A	CTC C/TRG1	Eingang CTC
13B	CTC ZC/TØ1	Ausgang CTC

Prinzipiell ist zum Betreiben des Moduls im KC 85 jeder Modulsteckplatz möglich, wenn die Modulpriorität in der gewählten Systemkonfiguration berücksichtigt wird, d. h., die Modulprioritätskette muß geschlossen bleiben.

Bezogen auf die Modulschächte des Grundgerätes ist zunächst der Steckplatz 8 (rechts) zu belegen, danach der Steckplatz C (links) und dann weitere Steckplätze von Erweiterungsaufsätzen in aufsteigender Reihenfolge.

Für das Stecken und Entfernen des Moduls gelten die entsprechenden Vorschriften.

Der DIGITAL IN/OUT-Modul hat im KC-System zwei Betriebszustände:

- INAKTIV Diode leuchtet nicht. Der Modul ist vom Prozessor getrennt.
- AKTIV Diode leuchtet. Falls es die Modulpriorität erlaubt, können über den aktivierten Modul Daten gesendet und/oder empfangen werden.

Der gewünschte Betriebszustand wird über das Kommando SWITCH mm kk (Leerzeichen durch Parameter voneinander getrennt) eingestellt.

Zur Bedeutung der Parameter:
- mm Mitteilung an das System, in welchem Modulschacht der zuzuweisende Modul kontaktiert ist. Dabei ist die erste Stelle von mm die Nummer des Aufsatzes (im Grundgerät ist diese Stelle 0 und kann weggelassen werden). Die zweite Stelle vom mm ist die Steckplatzadresse. Im Grundgerät existieren nur die Steckplatzadressen 8 (rechter Schacht) und C (linker Schacht).
- kk Schalten des Moduls. Die erste Stelle von kk ist Null und kann weggelassen werden.

Die zweite Stelle von kk kann sein:
0 - Modul inaktiv
1 - Modul aktiv

Beispiel: Der DIGITAL IN/OUT-Modul steckt im Schacht 8 und soll aktiviert werden. Es ist einzugeben:

SWITCH 8 1

Nach Betätigen der ENTER-Taste muß die Diode des M001 leuchten. Der Modul ist in den aktiven Zustand geschaltet. Auf dem Bildschirm erscheinen folgende Informationen:

08 FF 01

Nach Betätigen der RESET-Taste bleibt das Steuerbyte des Moduls erhalten. Ein aktiv geschalteter DIO-Modul ist weiterhin im aktiven Zustand. Lediglich die beiden Schaltkreise PIO und CTC werden durch das Signal RESET in den Ausgangszustand versetzt und müssen programmtechnisch initialisiert werden.

2.2. Der Koppelbaustein

Die Nutzung des Experimentiersatzes unter Einbeziehung der KC-Technik zum computergestützten Experimentieren im Unterricht des Grundlagenfaches "Grundlagen der Automatisierung" setzt neben dem DIO-Modul einen entsprechenden Koppelbaustein voraus.

Da mit dem Peripherieanschlußmodul M001 zwei Kanäle (Port A und Port B) mit TTL-kompatiblen Ein- und Ausgängen und den dazugehörigen Signalen für den Quittungsbetrieb (A/B-RDY und AB-STB) zur Verfügung stehen, ist mit dem Koppelbaustein eine Pegelanpassung an den Experimentiersatz zu realisieren. Außerdem hat der Koppelbaustein den Datenverkehr zwischen Experimentiersatz und Computer in beiden Richtungen zu gewährleisten.

Der Koppelbaustein ordnet sich in das technologische Grundkonzept des Ergänzungssortiments 1 ein. Als Gefäßsystem wird der Doppelbaustein des Grund- bzw. Ergänzungssortiments genutzt.

Bild 6 zeigt die Bausteinoberseite des Koppelbausteins.

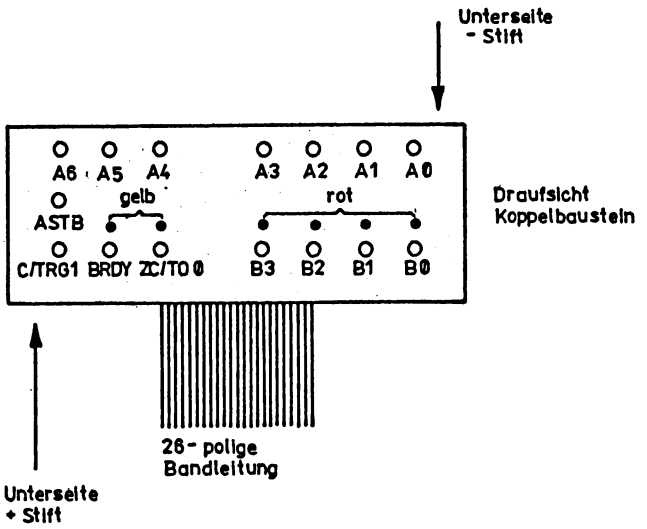


Bild 6 Bausteinoberseite des Koppelbausteins

Die Steck- und Anschlußtechnik wurde entsprechend den konstruktiven Hauptparametern der Bausteine des Experimentiersatzes angepaßt. Die Verbindung zum Computer erfolgt mit einer 26-poligen flexiblen Bandleitung.

Die Stromversorgung erfolgt polrichtig über die Befestigungsstifte beim gesteckten Koppelbaustein auf dem Grundgerät des Experimentiersatzes. Mit den systemeigenen Verbindungsleitungen erfolgt die Zusammenschaltung des Koppelbausteins über die Anschlußstifte mit dem entsprechenden Bausteinsortiment. Zur Übertragung von Signalen bzw. für den Datentransport wurde für den Koppelbaustein das technische Konzept der Bausteine des Ergänzungssortiments 1 zugrunde gelegt. Es können 4-stellige Signale gleichzeitig übertragen werden. Zusätzlich wurden zur Nutzung des Computers für Messungen unter Einbeziehung des Analog-Digital-Umsetzerbausteins weitere drei Eingangskanäle an Port A bereitgestellt.

Anschlußbelegung und elektrische Bedingungen am Koppelbaustein

Anschlußbelegung am Koppelbaustein

	Anschlüsse	Zuordnung zum M001 DIGITAL IN/OUT	
Eingänge	Dateneingänge A0 ... A6	PIO Port A (A0 ... A6)	
	Quittungssignal-eingang ASTB	ASTB	(PIO Port A)
	Clock/Trigger-Eingang C/TRG1	CLK/TRG1	(CTC-Kanal 1)
Ausgänge	Datenausgänge B0 ... B3	PIO Port B (B0 ... B3)	
	Quittungssignal-Ausgang BRDY	RDY	(PIO Port B)
	Nulldurchgangs-signal-Ausgang	ZC/ $\overline{TO0}$	(CTC-Kanal0)

Elektrische Bedingungen

Für den Koppelbaustein (Anschlußstifte Bausteinoberseite) gelten folgende Signalpegel:

Eingänge	Signalpegel: low:	U_{IL}	< 2 V
	high:	U_{IH}	> 8,5 V
Ausgänge	Signalpegel: low:	$U_{\phi L}$	< 1 V
	high:	$U_{\phi H}$	> 9 V bei Fa = 3

bezogen auf Betriebsspannung U_B = 12 V

Für die anliegenden Signale am Peripherieanschluß des KC 85 gelten entsprechend dem TTL-Pegel folgende elektrische Bedingungen:

Eingänge	Signalpegel: low: U_{IL} < 0,8 V high: U_{IH} > 2,0 V
Ausgänge	Signalpegel: low: $U_{ØL}$ < 0,4 V high: $U_{ØH}$ > 2,4 V

Die Betriebsspannung wird dem Koppelbaustein über die Kontaktstifte auf der Bausteinunterseite bei Aufstecken auf das Grundgerät des Experimentiersatzes zugeführt.

Die Signalspannungen werden an die Anschlußstifte des Koppelbausteins gelegt bzw. abgenommen. Signalspannungen vom und zum KC 85 werden über die Kontakte des Steckers an die Bandleitung geführt.

3. Allgemeine Hinweise zur Arbeit mit den Programmen im Unterricht des Grundlagenfaches

3.1. Überblick über die Zuordnung der einzelnen Programme zu den Lehrplaneinheiten und Stoffgebieten

Lfd. Nr.	Name des Programms	Aufruf	Einsatz in Lehrplaneinheiten/ Stoffgebieten	Länge/ Blöcke
1	Temperaturmessung	THERM	1, 2, 4	1B
2	Steuerung einer Klimaanlage	KLIMA	LPE 7, 10	11
3	Analoge Signaldarstellung	ANASIG	2, 3, 4	1D
4	A/D-Wandlung	MESS4BIT	2, 3	2B
5	Ablaufsteuerung	ABLAUF	1, 2, 4, 5, 7, 10	72
6	UNIBIT	UNIBIT	3, 5	16
7	Drehzahlsteuerung	DREHZAHL	2, 7	29
8	Automatisches Türsystem	TORSYST	2, 7	25
9	Digital Regelung	REGEL	5, 7, 10	1C
10	Programm Prozeß	PROZESS	10	57
11	Automatisierter Arbeitsplatz	FARBGEB	2, 7	19
12	Programm Spule	SPULE	10	19
13	Steuerung einer Fußgänger-Fahrzeug-Ampel	AMPEL	2	61
14	Temperatursteuerung/ Regelung	TEMPERA	2, 5, 7, 10	67
15	PIO-Programmierung	PIO	7	6D
16	Füllstandssteuerung	FUELL	10, 11	36
17	Industrieroboter-steuerung	IRSTEUER	2, 3, 7	41
18	Digitale Meßwertverarbeitung	DMV2COM	–	

3.2. Allgemeine Hinweise zur Arbeit

Die vorliegenden Programme zur Prozeßautomatisierung werden für die Inhaltskomplexe "Einführung in die Automatisierung" und "Informatik" des Lehrplanes "Grundlagen der Automatisierung", Ausgabe 1988, bereitgestellt. Sie können für den Unterricht im Grundlagenfach eingesetzt werden
- zur Nutzung des Computers als Steuereinrichtung bei d Simulation von Steuerungen;
- zum Einsatz des Computers zur Informationseingabe;
- zur Nutzung des Computers zur Informationseingabe-, -verarbeitung und -anzeige.

Die Programme können für Demonstrationsexperimente und/oder Stationsversuche im Lehrlingsexperiment genutzt werden.
Spezielle Hinweise zu den einzelnen Programmen und Empfehlungen für ihren Einsatz werden im Abschnitt 4 gegeben.
Mit der Bereitstellung dieser Programmsammlung sollen vor allem Sachverhalte der Automatisierungs- und Informationsverarbeitungstechnik mit der dialogorientierten Arbeit am KC verbunden und die Lehrlinge befähigt werden, Aufgabenstellungen zur Prozeßautomatisierung entsprechend ihrer Berufsrichtung weitgehend selbständig zu lösen. Die für den Unterricht vorzusehenden Programme sind von der Lehrkraft selbst auszuwählen.
Vor dem Einsatz der Programme im Unterricht sollte man als Lehrkraft sich Klarheit darüber verschaffen, mit welcher Zielstellung der Einsatz des jeweiligen Programms erfolgen soll. Dazu ist die Leistungsfähigkeit der Lehrlinge einzuschätzen; sind ihre Vorkenntnisse sowie ihr späterer beruflicher Einsatz zu berücksichtigen, um sichere Einsatzentscheidungen zu treffen und um einen erfolgsicheren Unterricht erteilen zu können. In Abhängigkeit von diesen Überlegungen ist zu entscheiden, ob das jeweilige Programm
- zur Demonstration
- zur Simulation oder
- zur Durchführung eines Experimentes mit dem Experimentiersatz

zum Einsatz gelangt.
Entsprechend dieser Entscheidung ist die materielle Sicherung im Kabinett durch die jeweils erforderliche Technik zu gewährleisten.

4. Spezielle Hinweise zur Arbeit mit den Programmen

4.1. Programm "Temperaturmessung mit Thermistor"

Die Lehrkraft kann dieses Programm im Zusammenhang mit der Potentialermittlung als Lehrlingsexperiment (E 1.3.) zur Demonstration einsetzen.
Das Programm kann auch zur Signalwandlung (LPE 2) und zur Erfassung analoger und digitaler Signale (LPE 4) genutzt werden.
Das Programm ist in BASIC geschrieben und deshalb ist die Schnelligkeit der Meßwerterfassung begrenzt. Zur Großschreibung wurde der Maschinencode von A. Friedrich, GBW Halle-Neustadt eingebunden. Das Programm stellt den Meßwert und die berechnete Temperatur dar und zeichnet den grafischen Verlauf des Potentials.
Der A/D-Umsetzer-Baustein des Experimentiersatzes arbeitet mit dem Schaltkreis C520 und stellt für den Meßwert die erforderlichen Digitalwerte ziffernweise als BCD-Werte im Multiplexbetrieb bereit.
Dadurch ergeben sich für das Programm folgende Funktionen:

1. Analyse des 1/Ø-Pegels auf den drei Multiplexleitungen
2. Zuordnung der einzelnen Werte (Einer, Zehner, Hunderter) zum Dezimalwert.

Die Lehrlinge erwerben Kenntnisse über die Nutzung des Computers zur Meßwerterfassung und -verarbeitung und festigen ihre Kenntnisse zur Signalwandlung, speziell zur A/D-Umsetzung.
Die Vorteile der Prozeßdatenerfassung mit Hilfe des Computers werden anschaulich herausgestellt.
Für die Gestaltung des Unterrichts kann folgende Schrittfolge empfohlen werden:

1. Schritt
Thema: Prinzip der Meßwerterfassung und -verarbeitung mit dem KC 85/3 am Beispiel "Temperaturmessung mit dem Thermistor".
Im Unterrichtsgespräch werden zunächst die Zusammenhänge der Meßwerterfassung und -verarbeitung unter Einbeziehung des bereits erworbenen Wissens anhand der Meß- und Wandlungskette erläutert.

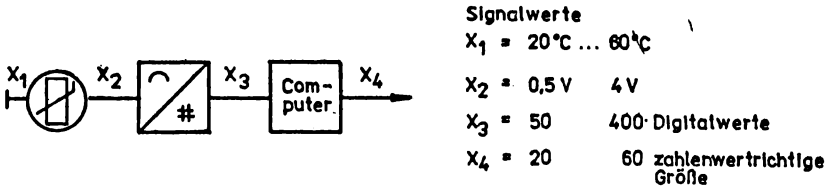


Bild 7 Meß- und Wandlungskette

Anschließend werden von der Lehrkraft die Aufgaben des Programms zur Nutzung in der jeweiligen Lehrplaneinheit genannt. Vor allem geht es um folgende Aufgaben:

- PIO-Initialisierung
- Analyse der MP-Leitungen
- Zuordnung der Werte (Einer, Zehner, Hunderter)
- Überschreitungskontrolle
- BCD-Dezimal-Umsetzung
- Meßwertanzeige
- Grafische Ausgabe
- Kennliniennachbildung des Thermistors
- Zahlenwertrichtige Temperaturanzeige

2. Schritt

Die von der Lehrkraft erläuterten Aufgaben können nunmehr im Demonstrationsexperiment angesprochen werden. Während des Ablaufs des Experiments sollten die Schwerpunkte der Beobachtung durch die Lehrlinge auf die

- Potentialwertänderung,
- Temperaturwertänderung und
- grafische Darstellung

auf dem Bildschirm gelegt werden.

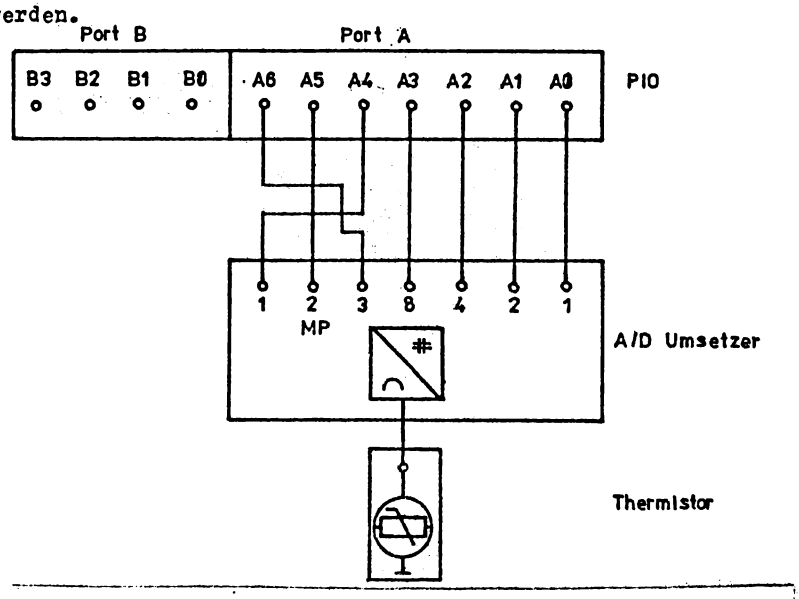


Bild 8 Versuchsschaltung

Haben die Lehrlinge zuvor das Experiment E 1.2. "Potentialbetrachtung" (LPE 1) oder E 4.3. "Analoge Temperaturerfassung und Umsetzung in ein digitales Signal" (LPE 4) durchgeführt, so unterstützt das Programm die tabellarische Erfassung von Potentialwert und Temperatur. Dabei sollten die Vorteile des Computers zur Meßwerterfassung und zur zahlenwertrichtigen Abbildung herausgestellt werden.

3. Schritt

Auf der Grundlage der Meßtabelle erhalten die Lehrlinge die Aufgabe, den Signalverlauf der Temperatur $\vartheta = f(t)$ darzustellen.

4.2. Programm "Steuerung einer Klimaanlage"

Das Programm "Steuerung einer Klimaanlage" ist für den Einsatz in der Lehrplaneinheit 7 (LPE 7) vorgesehen. Sein Einsatz im Unterricht erfordert die Berücksichtigung bereits vermittelten Wissens wie

- Information, Daten, Signale; Kodierung von Informationen; Wirkungsablauf automatischer Steuerungen (LPE 2);
- Erfassung physikalisch-technischer Größen (LPE 4);
- Einsatz von Mikrorechnern zur Automatisierung (LPE 5).

Ebenso ist der Einsatz des Programms in Lehrplaneinheit 10 "Arbeit mit einfachen Anwenderprogrammen" möglich. Während der Einsatz des Programms in LPE 7 vor allem unter dem Aspekt der experimentellen Simulation des Computereinsatzes für die Prozeßautomatisierung zu sehen ist, sollte beim Einsatz des Programms in LPE 10 der Schwerpunkt auf die Änderung des Programmabschnittes zur Prozeßsteuerung gelegt werden. Hier sind Voraussetzungen aus der LPE 9 "Grundlagen der Programmierung" erforderlich.
Das Programm demonstriert die Simulation einer Prozeßsteuerung mit digitaler Meßwerterfassung und Einflußnahme auf den Prozeß über binäre Signale.
Das Programm ist menügesteuert und frei wählbar. Es wird mit CLOAD "KLIMA" von Kassette geladen und mit RUN gestartet.

Die Lehrlinge
- sind in der Lage, prinzipielle Zusammenhänge in automatischen Steuerungen zu erkennen und anhand vorgegebener beruflich-orientierter Problemstellung die Abfolge der Einzelschritte einer Steuerung mit dem Computer darzustellen;
- erkennen die Aufgabe des Computers als universelle Steuereinheit;
- haben die Befähigung erlangt, das Bitmuster am Eingang und am Ausgang des Koppelbausteins entsprechend der Steuerungsaufgabe zu interpretieren;
- können nach vorgegebenen Anweisungen den Programmteil der Prozeßsteuerung ändern.

Das Programm ist so strukturiert, daß die Lehrlinge systematisch an die Problem- und Aufgabenstellung herangeführt werden. Erforderliche Vorleistungen, die die Lehrlinge in vorangegangenen Lehrplaneinheiten erworben haben und für die Durchführung der experimentellen Simulation notwendig sind, werden reaktiviert.
Im Menü des Programms werden Teilschritte A bis C vorgegeben, damit eine chronologische Abarbeitung ermöglicht wird.

A Ziel der Steuerung
B Planung des Versuchsablaufs
C Steuerung des Prozesses

Programmtechnisch wird jedoch verhindert, daß der experimentelle Aufbau vor der Ziel- und Aufgabenstellung (A) gewählt werden kann; andererseits ist die Wahl von A nach Durchlauf von B bzw. C möglich.
Folgender Unterrichtsablauf ist denkbar:

1. Schritt: Einstimmung und Erarbeitung der Ziel- und Aufgabenstellung
Didaktisch vereinfacht wird die Aufgabe gestellt, mit der noch freien Rechnerkapazität eines Prozeßrechners die Klimaanlage einer Werkhalle zu steuern. Anschließend ermöglicht das Programm eine Reaktivierung von vorhandenem Wissen durch Ausgabe einer Aufgabe (Frage) mit weiterführender motivierender Problemstellung, die zur Aufforderung nach Formulierung der Steuerungsaufgabe durch den Lehrling führt.
Zum Vergleich wird die formulierte Steuerungsaufgabe durch den Computer ausgegeben.
Steuerungsaufgabe des Computers:

Beim Unterschreiten einer unteren Grenztemperatur ϑ_1 - Einschalten des Frischluftgebläses und Beheizung des Wärmeaustauschers.
Beim Überschreiten einer mittleren Grenztemperatur ϑ_2 - Gebläse und Heizung ausschalten.
Beim Überschreiten einer oberen Grenztemperatur ϑ_3 - Einschalten des Frischluftgebläses.
Beim Unterschreiten der Temperatur ϑ_2 - Ausschalten des Gebläses.

2. Schritt: Planung des Versuchsablaufs
Bei der Planung des Versuchsablaufs wird durch eine Computergrafik die Schnittstelle des Computers (MODUL MOO1-DIGITAL IN/OUT) und die Ein- und Ausgänge des Koppelbausteins vorgegeben.
In einer auf dem Bildschirm angezeigten Handlungsfolge wählen die Lehrlinge für den Motor des Lüfters und für die Heizung die Ausgänge am Kanal B aus und geben sie über die Tastatur in den Computer ein.
Nach Betätigen der CURSOR-DOWN-TASTE erhält der Lehrling Informationen über die Belegung der Eingänge am Kanal B.

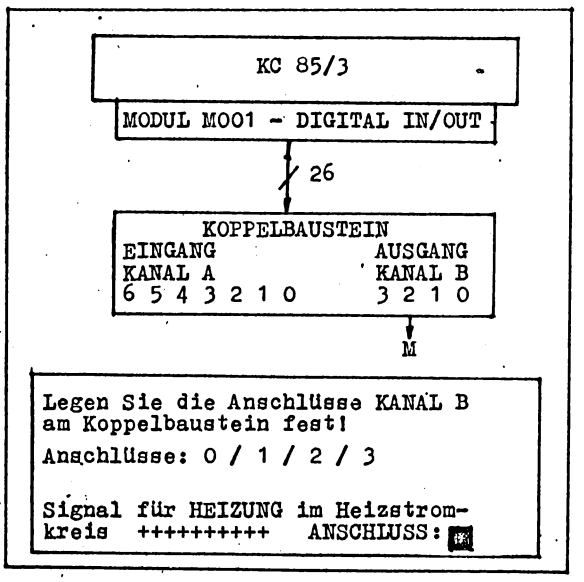


Bild 9 Versuchsaufbau mit Handlungsfolgen

Nach wiederholtem Betätigen der CURSOR-DOWN-TASTE wird der Lehrling aufgefordert, das Experiment aufzubauen. Die Experimentierschaltung ist im Programm nicht als Computergrafik vorgegeben, sondern ist im Unterricht zu erarbeiten. Dabei kann bei der Unterrichtsführung die Unterstützung der Lehrkraft je nach Klassensituation von differenzierten Handlungsaufforderungen bis hin zur Vorgabe der Experimentieranordnung gehen.
Durch die Kontrolle der Lehrkraft muß ausgeschlossen werden, daß eine Fehlbelegung der Anschlüsse erfolgt.

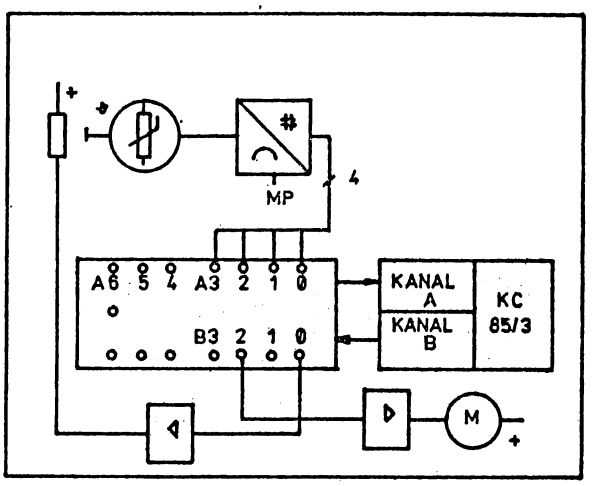


Bild 10 Experimentierschaltung "Steuerung einer Klimaanlage" mit dem KC 85/3

Bild 10 zeigt die Experimentierschaltung. Das Programm führt wieder in das MENÜ zurück. Der Lehrling kann die nächste Handlung durch Betätigen der Taste "C" vollziehen.

3. Schritt: Steuerung des Prozesses
Die Lehrlinge müssen für die im 2. Schritt gewählte Ausgangsbelegung am Kanal B exemplarisch das Bitmuster für den Fall wählen, daß nur der Motor läuft. Nach dem dritten Fehlversuch wird ihnen durch den Computer die Lösung vorgegeben. Im folgenden werden die Grenzwerte ϑ_1, ϑ_2 und ϑ_3 festgelegt (Bild 11).

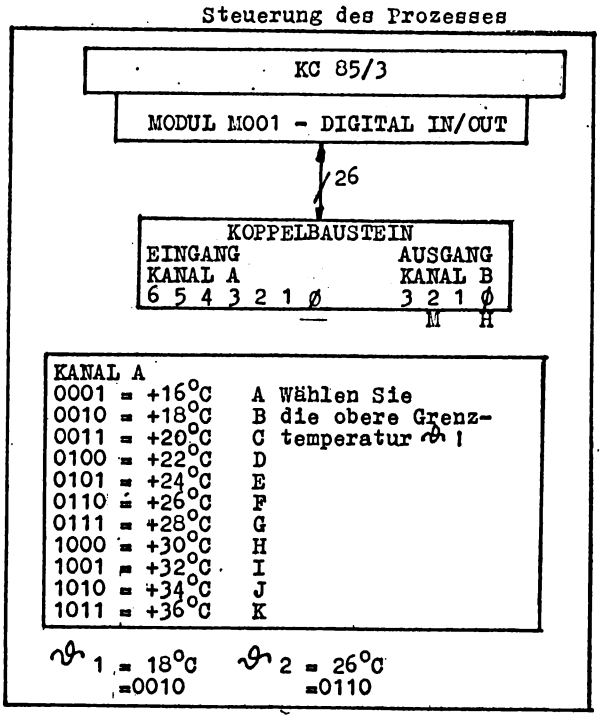


Bild 11 Festlegung der Temperaturgrenzwerte

Bevor die Lehrlinge mit der Durchführung des Experiments beginnen, erhalten sie die Aufgabe, während der Prozeßsimulation - ausgehend von der Steuerungsaufgabe - den richtigen Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangssignalen durch Vergleich der Bitmuster der Grenztemperaturen und der Ausgangsbitmuster zu prüfen. Ist der folgerichtige Zusammenhang nicht gegeben, so kann über den Computer in den Steuerungsprozeß eingegriffen und eine Neuzuordnung vorgenommen werden. Läuft eine Prozeßsimulation, so erscheint das Menü:

A Korrektur fehlerhafter Steuerung
B Listen der Prozeßsteuerung
C Abbruch des Experiments

Wird die mittlere Grenztemperatur zweimal durchlaufen, erhalten die Lehrlinge folgenden Hinweis:
Die Überschreitung des oberen Grenzwertes der Temperatur kann nur durch eine Störgröße erreicht werden!
Simulieren Sie eine Störgröße durch Einschalten der Heizung per Hand!
Der Lehrling muß die Verbindung von der Heizung des Temperaturgeberbausteines zum negativen Pol herstellen, um eine Überschreitung des oberen Grenzwertes überhaupt zu ermöglichen.

4. Schritt: Änderung des Steuerprogramms
Die Aufnahme dieses Schrittes ist nur dann zu empfehlen, wenn die entsprechenden Vorleistungen durch die Lehrlinge erbracht werden. Vor allem sind Vorleistungen zur Programmierung erforderlich, um das Steuerprogramm selbständig verändern zu können.
Zum weiteren Verlauf der Programmschritte:
Wird "B Listen der Prozeßsteuerung" gewählt, so haben die Lehrlinge die Möglichkeit, das Steuerungsprogramm zu listen und im Programm durch Variablenzuweisung nach vorgegebener Aufgabenstellung die Grenzwerte der Temperatur neu festzulegen (vgl. Listing ab Zeile 2300).
Es werden folgende Aufgaben gestellt:

1. Interpretieren Sie die Programmzeilen!
2. Die Grenztemperaturen TU, TM, TE werden als Dezimalzahlen (1...15) eingegeben. Ändern Sie die Grenztemperaturen durch Wertzuweisung innerhalb des Programmabschnittes oder durch Auswechseln der Variablen TU, TM und TE mit den Dezimalzahlen.
3. Starten Sie die Prozeßsteuerung durch GOTO 3000 !

Zur Lösung der Aufgabe 2 müssen die Lehrlinge, ausgehend von folgender Tabelle, die Änderungen vornehmen:

Dezimalwert	1	2	3	4 ...	12	13	14	15
Temperatur in Grad C	16	18	20	22 ...	36	38	40	42

Eine mögliche Lösung ist die Nutzung der REM-Zeile

```
2340 !TEMPERATURGRENZWERTE TU, TM, TE
```

zur Wertzuweisung.

Zum Beispiel:

```
2340 TU=2:TM=6:TE=10
```

Eine weitere Möglichkeit ist durch das Ersetzen der Variablen in allen Zeilen des Steuerprogramms gegeben. Die erste zu ändernde Zeile ist:

```
2370 IF INP(4)<TM THEN GOTO 2410
```

Nach erfolgter Abänderung:

```
2370 IF INP (4) < 6 THEN GOTO 2410
```

Der Start des Programms muß über GOTO 3000 erfolgen, damit die Variablen (Festlegung der Ports für Heizung und Motor) erhalten bleiben.

4.3. Programm "Analoge Signaldarstellung"

Einsatzmöglichkeiten des Programms ergeben sich im Zusammenhang mit der Realisierung der Experimente

- E2.1 Signalbestimmung an typischen Funktionseinheiten der Automatisierungstechnik (LPE2).
- E3.1 Signalverhalten von Grundschaltungen (LPE3).
- E4.1 Analoge Meßwerterfassung von Temperaturen, Wegen und Winkeln (LPE4).

Das BASIC-Programm ermöglicht den Einsatz des Computers als Meßeinrichtung mit digitaler Anzeige und grafischer Darstellung der Meßwerte unter Verwendung des A/D-Umsetzer-Bausteins des Experimentiersatzes. Da dieser Baustein den Meßwert ziffernweise als BCD-Wert im Multiplexbetrieb ausgibt, wurde das Abfrageunterprogramm für die PIO-Eingänge als Maschinenprogramm geschrieben. Damit wird ein sicheres und schnelles Einlesen der Meßwerte erreicht. Bei Nutzung der Liniengrafik (Meßpunkte werden mit LINE verbunden) wird die Geschwindigkeit des Programms unbedeutend geringer.
Zu bemerken ist, daß der Kurvenverlauf maßgeblich durch die gewählte Abtastzeit beeinflußt wird. Einen realistischen Wert für den Kurvenverlauf erreicht man, wenn man eine höhere Abtastzeit eingibt.
Das Programm kann eingesetzt werden

- zum Erwerb von Kenntnissen über die Nutzung des Computers zur Meßwerterfassung und -verarbeitung;
- zur Festigung von Kenntnissen zur Potentialermittlung, Signalbestimmung und Signalwandlung;
- zum Erkennen der Notwendigkeit und Vorteile der A/D-Umsetzung der Meßwerte für die Verarbeitung mittels Computer.

Dieses Programm kann zur Demonstration mit dem Ziel eingesetzt werden, einheitliche Leistungsvoraussetzungen für die Durchführung von Lehrlingsexperimenten zu schaffen und dabei die Veranschaulichung von Sachverhalten und den Erkenntniszuwachs bei den Lehrlingen zu erhöhen.
Nutzt die Lehrkraft das Programm zur Signalbestimmung typischer Funktionseinheiten der Automatisierungstechnik (LPE2; E2.1) an Bausteinen des Experimentiersatzes, wie z. B.

- Weggeber
- Winkelgeber
- Thermistor
- Drehzahlgeber
- Füllstandsgeber,

so lassen sich für die Bausteine mit Hilfe des Programms φ a-t-Diagramme aufnehmen.

4.4. Programm "Analog-Digital-Wandlung"

Das Programm ist vor allem für die Wandlung von Signalen (LPE2) als Demonstration im Unterricht einsetzbar, da die Spezifik des Programms es gestattet, die zu messenden Größen als Großsichtanzeige auf dem Bildschirm abzubilden. Es kann ebenfalls in der LPE2 als Lehrlingsexperiment zum Einsatz kommen, z. B. E2.4 Analog-Digital-Umsetzung. Darüber hinaus ist sein Einsatz in der LPE3 zur Messung beliebiger Spannungen bei Spannungsteilern und RC-Kombinationen möglich.

Besonderheiten des Programms:
Das Programm enthält zwei Varianten der Meßwertausgabe:

1. Die Speicherung von 256 Meßwerten über einen bestimmten Meßzeitraum (2 - 60 sec.).
2. Die ständige Anzeige der Messung als Großzahlen (8 x 8 Felder).

Die gespeicherten Meßergebnisse (Variante 1) können als Liniendiagramm am Bildschirm dargestellt werden.

Das Programm ist durchgängig menügesteuert und erklärt sich ausführlich selbst. Das Programm ist aus einem Hauptprogramm und mehreren Unterprogrammen aufgebaut, die sich teilweise auch gegenseitig aufrufen. Ein kurzes Maschinenprogramm, das ebenfalls als Unterprogramm aufzurufen ist, dient der Vergrößerung der Zahlen, Buchstaben und Sonderzeichen bei der Großdarstellung des Meßwertes.
Der Einsatz des Programms im Unterricht ermöglicht
- das Prinzip der A/D-Wandlung gedanklich nachzuvollziehen;
- mit dem Programm umzugehen und unter Nutzung des Analog-Digital-Wandlerbausteins die Ausgabe und Anzeige von Meßergebnissen im Experiment zu realisieren;
- das Signalverhalten ausgewählter Bauelemente bzw. Bausteine (vor allem sind hier Geberbausteine gemeint) zu untersuchen und die Meßergebnisse darzustellen.

Wie bereits erwähnt, kann das Programm als Lehrlings- und Demonstrationsexperiment genutzt werden. Neben der KC-Technik und dem Experimentiergrundgerät werden ein IN/OUT-Modul, ein Koppelbaustein 5V/12V und ein 4-Bit-Analog/Digital-Wandler benötigt. Der A/D-Wandler besitzt zwei Betriebsarten. Multiplexbetrieb für 3-stellige Anzeige - Betriebsart 2 und Betriebsart 1 für einstellige Anzeige. In diesem Fall ist die einfache Betriebsart 1 zu wählen. Bild 12 zeigt die Demonstrationsschaltung.

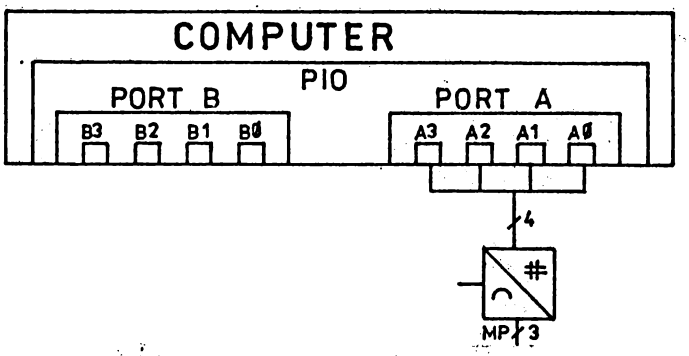


Bild 12 Analog-Digital-Wandlung

Wird das Programm von der Lehrkraft zur Demonstration genutzt, so sollte die Variante 2 (ständige Anzeige der Messung als Großzahlen) gewählt werden.

Beispiel für Einsatzmöglichkeiten
- Aufnahme von Kennlinien (z. B. Kondensatoraufladung, Thermistor)
- Darstellung des Signalverlaufs beliebiger Eingangssignale
- Mit entsprechenden Vorschaltstufen Messung von beliebigen Spannungen, Strömen, Widerständen, Temperaturen, Lichtstärken oder Kapazitäten.

4.5. Programm "Ablaufsteuerung"

Empfohlen wird der Einsatz des Programmes in der LPE7, insbesondere bei der experimentellen Simulation des Computereinsatzes für die Prozeßautomatisierung.
Der Einsatz des Programms ermöglicht die nahtlose Verbindung der Inhaltskomplexe "Einführung in die Automatisierung" und "Informatik".
Die Nutzung des Programms setzt Kenntnisse aus folgenden vorangegangenen Lehrplaneinheiten voraus:
- Wirkungsablauf automatischer Steuerungen,
- Möglichkeiten der gerätetechnischen Realisierung der Informationsgewinnung, -verarbeitung und -nutzung,
- Wandlung analoger Signale in digitale Signale,
- Kodierung von Informationen mit Hilfe des Dual- und Hexadezimalsystems.

Weitere Einsatzmöglichkeiten der Programme bestehen in den Lehrplaneinheiten 1, 2, 4 und 5 unter Berücksichtigung der entsprechenden Zielstellungen und inhaltlichen Schwerpunkte.
Für den Inhaltsteil "Informatik" ergeben sich in den LPE 10 bzw. 11 aus der Sicht der Programmierung der PIO Einsatzmöglichkeiten. Das Programm ist ein BASIC-Programm und wird mit dem Namen "Ablauf 1" geladen. Das Programm ist ohne RAM-Modul arbeitsfähig. Wird ein M 011 bzw. M 022 verwendet, wird ein schneller Bildaufbau der schematischen Darstellung der Ablaufsteuerung ermöglicht.
Das Programm besteht aus 3 wesentlichen Teilen:
1. Darstellung des Problems der Ablaufsteuerung
2. Bildschirmsimulation des Prozesses
3. Experimentelle Simulation des Prozesses mit der Experimentiertechnik

Die einzelnen Teile des Programms können über ein Menü aufgerufen und unabhängig von der Reihenfolge abgearbeitet werden.

Benötigte Experimentier-Gerätetechnik:

Kleincomputer KC 85/2 bzw. KC 85/3
DIO-Modul M 001
Koppelbaustein
Lehrlings-Experimentiersatz
Baustein-Ergänzungssortiment I

Aus der Sicht der Nutzung des Programms in der LPE 7 kann erreicht werden, daß die Lehrlinge

- die wesentlichen Zusammenhänge beim Einsatz des Computers zur Prozeßautomatisierung erkennen;
- die Bedeutung des Computers als universelle Steuereinrichtung kennenlernen;
- ihre Kenntnisse über den Wirkungsablauf automatischer Steuerungen und deren Teilsysteme festigen;
- in der Lage sind, den entscheidenden Programmabschnitt zur unmittelbaren Prozeßbeeinflussung zu interpretieren und Änderungen im Programm vorzunehmen.

Das Programm "Ablauf" wurde - wie bereits erwähnt - vordergründig für die Lehrplaneinheit 7 erarbeitet. Die Empfehlungen zum Einsatz des Programms im Unterricht beziehen sich daher auf die o. g. Lehrplaneinheit.

Die Ablaufsteuerung sollte im Stationsbetrieb bei Vorhandensein von drei Computerarbeitsplätzen mit der erforderlichen Koppelelektronik erfolgen. Im Unterricht sollte durch das schrittweise Abarbeiten der Problematik das gesamte Programm zum Einsatz kommen.

Aufgrund der Komplexität der Handlungen kann der Aneignungsprozeß durch die Lehrkraft oder durch den Einsatz eines Arbeitsblattes erfolgen (siehe Seite 19).

Nach einigen einleitenden Bemerkungen der Lehrkraft zum Inhalt des Experiments und zum Einsatz des Arbeitsblattes im Hinblick auf die Vorbereitung zur Realisierung des Experiments durch die Lehrlinge sollte dann das Programm eingelesen werden, um sich mit der Problemstellung vertrautzumachen. Anschließend kann unter Nutzung der Bildschirmsimulation das Experiment schrittweise aufgebaut werden. Den Abschluß bildet die experimentelle Prozeßsimulation mit dem Experimentiersatz.

Hinweise zur Handhabung der Experimentiertechnik:

Da die Experimentiertechnik über keine Bausteine mit Ventilen verfügt, werden die Ventile durch die Bausteineinheit Motor/Pumpe simuliert. Am Ausgang des Koppelbausteins werden zwei ODER-Glieder geschaltet, um mit einem Motor/Füllstandsgeber alle Ventile darzustellen.

Zum Gelingen des Experiments sollte auf einwandfreie blanke Elektroden im Füllstandsgeber geachtet werden.

Um für die digitale Meßwerterfassung des Füllstandes einen Bereich von 0 bis 15 (dezimal) zu realisieren, ist mit dem Spannungsteiler eine Voreinstellung vorzunehmen. Dabei muß der Behälter bis zur Marke 6 gefüllt werden und der Spannungsteiler so eingestellt sein, daß am Ausgang des A/D-Wandlers 1111 (dual) erscheint. Sollten die geforderten Werte nicht erreicht werden, muß der Widerstand von 1k verändert werden (z. B. 1,8k oder 5,1k).

Beispiel eines Arbeitsblattes:

Arbeitsblatt

Zielstellung

Mit der Untersuchung des nachfolgenden Beispiels einer Ablaufsteuerung lernen Sie eine moderne Automatisierungslösung unter Nutzung des Computers kennen. Sie sollen dabei den Umgang mit einem solchen Programm erlernen, die prinzipielle Arbeitsweise und die wesentlichen Elemente und Bedingungen einer Kopplung von Computer und Prozeß erkennen.

Aufgaben

1. Bauen Sie mit Hilfe der Experimentiertechnik eine Füllstandssteuerung als geschlossenen Wirkungsablauf auf!
   Setzen Sie diese in Betrieb und beobachten Sie den Ablauf! Sollten Sie die Schaltung nicht richtig aufbauen können, wenden Sie sich bitte an den Lehrer!
2. Überlegen Sie, welche Bausteine in ihrer Funktion durch den Computer ersetzt werden können?
3. Verändern Sie die aufgebaute Schaltung so, daß der Niveaustand digital erfaßt wird!
   Welche Bausteine sind dazu notwendig?
4. Laden Sie das Programm "Ablauf" in den Computer!
5. Machen Sie sich mit Hilfe des Programms mit der Problemstellung der Ablaufsteuerung bekannt!
6. Führen Sie die Bildschirmsimulation durch! Testen Sie alle 3 Möglichkeiten der Vorgabe des Niveaustandes!
7. Welche Bitkombination tritt in Abhängigkeit des Niveaustandes am Ausgang des Koppelbausteins auf? Geben Sie diese binär und dezimal an! Wiederholen Sie dazu die Aufgabe 6!

8. Verändern Sie Ihre Experimentierschaltung so, daß die Kopplung zwischen Computer und Experimentierschaltung gegeben ist.
   (Siehe Schaltung!) Lassen Sie die Schaltung vom Lehrer kontrollieren!
9. Führen Sie die experimentelle Simulation durch!
10. Kennzeichnen Sie die einzelnen Bausteine und den Computer bezüglich seiner Funktion/Aufgabe im Steuerungsablauf!
11. Welche Elemente und Bedingungen sind notwendig, um die Kopplung von Computer und Experimentiertechnik zu realisieren?
12. Welche Schlußfolgerungen leiten sich aus dem Beispiel für die Bedeutung des Computers als Steuereinrichtung ab?

Schaltung

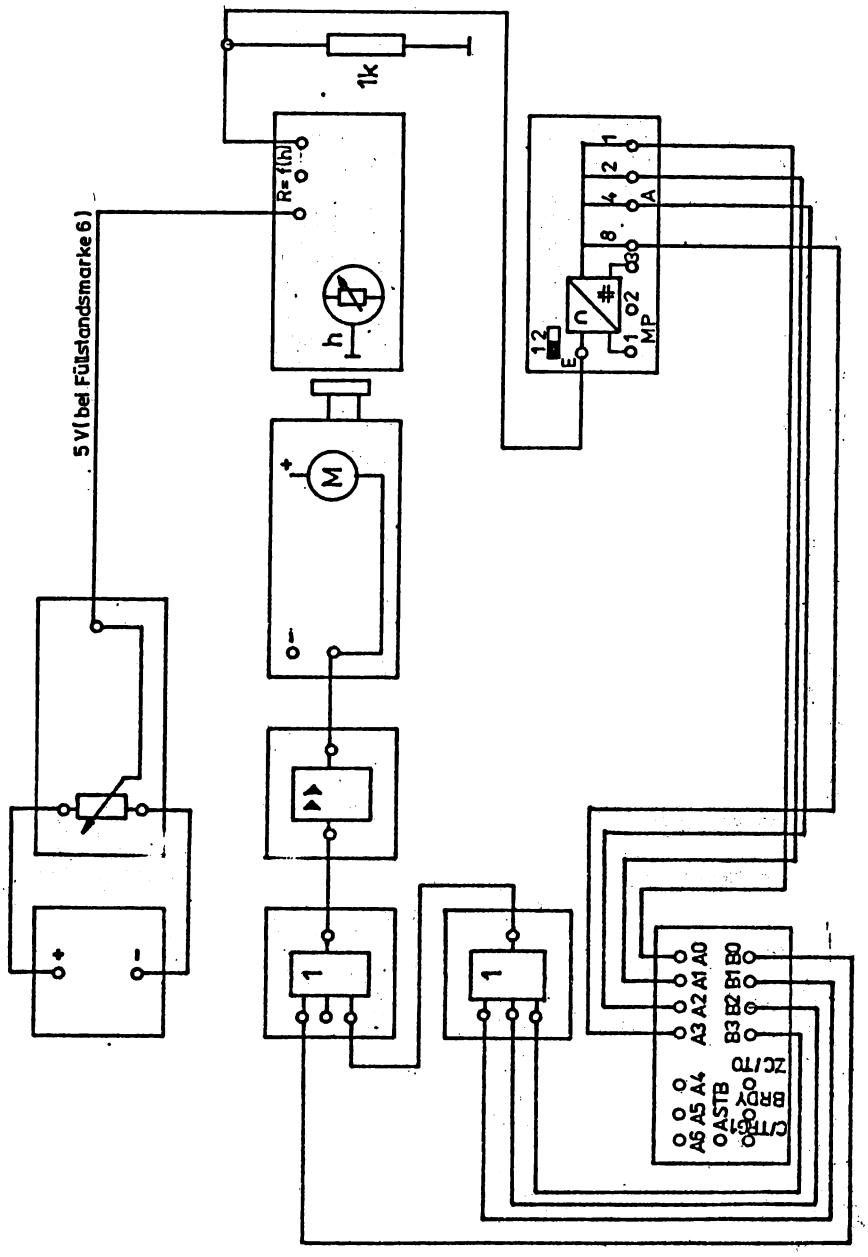


Bild 13: Experimentierschaltung

Das Programm ist auch - wie bereits genannt - für weitere Lehrplaneinheiten einsetzbar. So ist die Nutzung des Programms in LPE 1 vor allem zur Motivierung als Demonstrationsexperiment einsetzbar. Dabei sollte das Teilprogramm zur experimentellen Simulation genutzt werden, um anhand des ablaufenden Prozesses die Vorteile solcher Automatisierungslösungen zu verdeutlichen.

Beim Einsatz des Programms in den LPE 2, 4 und 5 steht der gerätetechnische Aspekt im Vordergrund. Hier kommt es vor allem darauf an, die Details der Schnittstellen Prozeß-Computer näher zu untersuchen.
Beim Einsatz des Programms in den LPE 10 und 11 tritt der programmtechnische Aspekt in den Vordergrund. Hier werden hohe Forderungen an die geistige Tätigkeit der Lehrlinge gestellt.

4.6. Programm "UNIBIT"

In der Lehrplaneinheit 3 "Ausgewählte Funktionseinheiten automatischer Steuerungen unter besonderer Berücksichtigung der Mikroelektronik" kann das Programm zur experimentellen Untersuchung elementarer Logikschaltungen und zur Erzeugung und Speicherung binärer Signale eingesetzt werden. Ebenso ist es in der LPE 5 bei der Behandlung der "Informationsverarbeitung in Schaltsystemen" einsetzbar.
Die Dateneingabe erfolgt über Port A; die Datenausgabe über Port B (jeweils Bit 0 - 3) des PIO-Bausteins des Moduls M001 und des Koppelbausteins.
Das Programm ist ein BASIC-Programm und wird mit dem Namen "UNIBIT" von Kassette geladen und mit RUN gestartet.
Auf dem Bildschirm werden ständig die an den Bits 0-3 von Port A und Port B liegenden Pegel dargestellt.
Die Verknüpfung der 4 Eingangssignale ist frei wählbar und wird im BASIC-Programm unproblematisch realisiert.
Der Einsatz des Programms im Unterricht bietet die Möglichkeit, die Lehrlinge
- in selbständiger experimenteller Tätigkeit an die Realisierung logischer Verknüpfungen heranzuführen und dabei die logischen Pegel 1 und 0 selbst in entsprechenden logischen Schaltungen zu entwickeln;
- mit der Unterprogrammtechnik zur Realisierung von Verknüpfungsbeispielen vertrautzumachen und dabei die Vorteile der Simulation von logischen Verknüpfungen mit Hilfe des Computers zu verdeutlichen.

Für die Nutzung des Programms ist zu bemerken, daß die Eingangspegel über die BASIC-Variablen A0, A1, A2 und A3 abgefragt werden können. Die Beeinflussung der Ausgangssignale erfolgt über die Variablen B0, B1, B2 und B3. Jede der Variablen kann die Zustände 0 und 1 annehmen. Die Verknüpfung der Bits erfolgt in den BASIC-Programmzeilen 10 - 99. Dieser Programmteil wird als Unterprogrammteil aufgerufen und wurde deshalb mit RETURN abgeschlossen.
Das BASIC-Programm ist so geschrieben, daß für die Verknüpfungen eine IF-THEN (-ELSE) Anweisung verwendet wird. Diese Anweisung ist für das jeweilige gewählte Beispiel neu zu schreiben. Der Aufruf zur Änderung der Verknüpfung erfolgt mit CLR. Der Abbruch ist möglich durch BRK.
Ebenfalls als Unterprogramm wird eine kurze Maschinensprache-Routine aufgerufen, die die Bildschirmausschrift der Pegel übernimmt. Die Verknüpfung der Signale kann mit Hilfe der folgenden Operationen erfolgen: AND, OR, NOT.

Beispiele für Verknüpfungen

1. UND-Verknüpfung von Bit 0 und Bit 1 von Port A.
   Das Ausgangssignal soll auf Bit 0 von Port B liegen, zusätzlich auf Bit 1!
   ```
   20 IF A0=1 AND A=1 THEN B0=1:ELSE B1=1
   ```
2. UND-Verknüpfung von Bit 1 und negiertem Bit 0, Ausgangssignal auf Bit 2 von Port B
   ```
   30 IF A0=1 AND A1=0 THEN B2=1
   ```
3. Flipflop-Verhalten von Bit 0 und Bit 1 von Port A (Bit0-einschalten, Bit1-ausschalten von Bit0 des Port B)
   Hierfür muß eine interne Variable belegt werden, die bisher im Programm noch nicht verwendet wurde (z. B. x)
   ```
   20 IF A0=1 THEN x=1
   30 IF A1=1 THEN x=0
   40 IF x=1  THEN B1=1
   ```

Hinweise
Die NOT-Funktion liefert bei NULL-Argument als Ergebnis nicht "1", sondern "-1"!
"IF A0=1 THEN" kann ohne weiteres durch das einfachere "IF A0THEN..." ersetzt werden.
Hinweise auf Vorteile des Programms gegenüber herkömmlichen logischen Bauelementen sollten im Unterrichtsgespräch herausgearbeitet werden.
Das Programm kann die herkömmlichen logischen Bauelemente (UND,-ODER,-NICHT-Glieder, Flipflops usw.) nicht nur ersetzen, sondern es hat darüber hinaus einige wichtige Vorteile:
- Es ist keine (fehlerträchtige) Verdrahtung erforderlich;
- komplexe Verknüpfungen sind leicht herstellbar;
- eine Veränderung der Verknüpfung ist schnell und ohne Änderung der Verdrahtung möglich, sie kann sogar vom Computer selbst gesteuert werden.

4.7. Programm "Drehzahlsteuerung"

Das Programm kann wahlweise in den Lehrplaneinheiten
LPE 2: Allgemeine Grundlagen der Steuerungs- und Informationsverarbeitungstechnik
LPE 7: Automatisierungsbeispiel aus dem Berufsgebiet
eingesetzt werden.
Das Programm besteht aus dem BASIC-Hauptprogramm und einem Maschinenprogramm. Das Maschinenprogramm ist für die Impulserzeugung verantwortlich.
Das Programm ist strukturiert aufgebaut; REM-Kommentare erleichtern das Verstehen der Funktionsweise.
Das Programm wird als BASIC-File mit CLOAD "DREHZAHL" von Kassette geladen. Es wird mit RUN gestartet.
Der Motor wird über einen Schaltverstärker an einen beliebigen Ausgang von Port B des Koppelbausteins angeschlossen. Zur Verbesserung der Erkennbarkeit ist es sinnvoll, an der Motorachse eine farblich geteilte Scheibe oder ähnliches anzubringen.
Das Programm kann die wesentlichen Zusammenhänge beim Einsatz des Computers zur Drehzahlsteuerung von Motoren verdeutlichen und die Vorteile einer solchen Drehzahlsteuerung erkennbar machen. Bei der Nutzung des Programms im Unterricht sollte das Experiment weitgehend selbständig von den Lehrlingen geplant und durchgeführt werden.
Im ersten Programmteil werden eine langsame Erhöhung der Drehzahl des Motors, das kurzzeitige Halten der Maximaldrehzahl sowie der Verminderung der Drehzahl bis zum Stillstand des Motors realisiert. Das langsame An- bzw. Auslaufen von Maschinen ist zum Beispiel dort von Bedeutung, wo große Massen in Rotation sind, etwa bei Turbinenrädern. Eine zu starke Beschleunigung würde infolge der hohen Massenträgheit zur Zerstörung der Bauteile führen.
Die zweite Anwendung ist eine Zeitplansteuerung, bei der nach festgelegtem Ablauf verschiedene Drehzahlen realisiert werden, z. B. für automatische Produktionsabläufe.
Ebenso wie im ersten Programmteil wird ein Drehzahl/Zeit-Diagramm gezeichnet.
Eine dritte Möglichkeit ist die Einstellung der gewünschten Drehzahl über die Cursortasten. Die jeweils gewählte Einstellung ist am Bildschirm in Form einer hexadezimalen Anzeige sowie an einem Balken zu erkennen.
Das Maschinenprogramm wird etwa 50 mal pro Sekunde durch einen Interrupt des entsprechenden programmierten CTC-Schaltkreises des KC85/3 aufgerufen. BASIC- und Maschinenprogramm laufen parallel (zeitgleich).
In der Speicherzelle 0 wird die zu erzeugende Drehzahl übergeben (0-255).

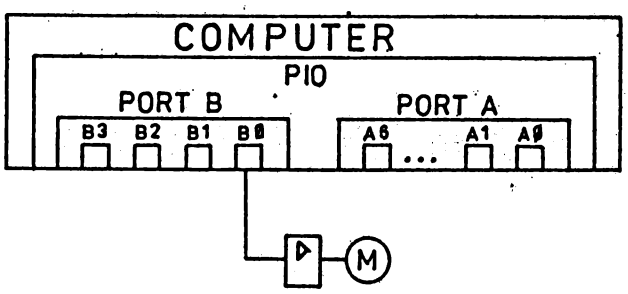


Bild 14 Drehzahlsteuerung

Die Drehzahlsteuerung bei diesem Experiment beruht auf dem Impulslängenverfahren, bei dem der Motor mit pulsierender Gleichspannung betrieben wird. Im Anlaufen liegen am Motor nur schmale Spannungsimpulse an, die mit steigender Drehzahl immer breiter werden. Der Motor stellt sich infolge seiner Trägheit auf eine der Impulslänge proportionale Drehzahl ein.

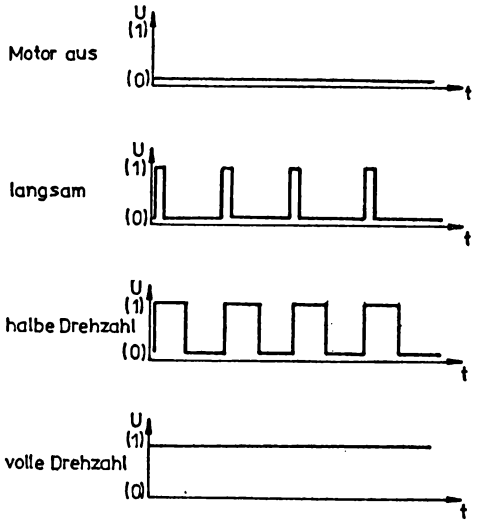


Bild 15 Impulsdiagramm

Das Verfahren hat gegenüber dem Stellen der Drehzahl mit Hilfe eines Potentiometers u. a. folgende Vorteile:

1. Der relativ hohe Energieverlust durch Wärmeentwicklung im Potentiometer entfällt.
2. Verbessertes Stellverhalten bei sehr geringen Drehzahlen.
3. Für automatisierte Abläufe wird keine aufwendige Potentiometerstelleinrichtung benötigt.

4.8. Programm "Automatisches Türsystem"

Das Programm kann zum "Wirkungsablauf automatischer Steuerungen" der LPE 2 "Allgemeine Grundlagen der Steuerungs- und Informationsverarbeitungstechnik" und als Anwenderbeispiel in LPE 7 "Automatisierungsbeispiel aus dem Berufsgebiet" eingesetzt werden.
Es ist ein reines BASIC-Programm und wird mit CLOAD "TORSYST" geladen. Es realisiert folgende Aufgabenstellung:

- Öffnen und Schließen einer Tür;
- Ermitteln und Anzeigen der passierenden Personen;
- Anzeigen des Zustandes der Tür (geöffnet, geschlossen);
- Möglichkeit des schrittweisen Aufbaus der Schaltung.

Das Programm ermöglicht, einen tieferen Einblick in die wirkungsmäßigen Zusammenhänge von automatischen Steuerungen zu gewinnen und dabei unter Einsatz des Computers das Zusammenwirken teilautomatisierter Strecken zu erkennen.
Zum Verständnis der Zusammenhänge von automatischen Steuerungen sind bisher vermittelte Kenntnisse zur Verstärkung und Wandlung von Signalen, zur prinzipiellen Arbeitsweise eines Schmitt-Trigger und zur Handhabung von Bausteinen des Lehrlingsexperimentiersatzes (z. B. lichtelektrischer Geber, Generator, Relais) notwendig.
Der systematische Aufbau des Programms gestattet den Einsatz des Programms als Lehrlingsexperiment. Das schrittweise Heranführen der Lehrlinge an die Teilsysteme der Steuerung durch die Besonderheit der Strukturierung des Programms können zunächst beim Aufbau der einzelnen Teilstrecken im Experiment diese auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet werden.
Für den Aufbau des Experiments werden der DIGITAL IN/OUT-Modul und der Koppelbaustein 5 V/12 V benötigt.
Belegung der Bits: Port A: 0 - Signal der Lichtschranke
1 - Türöffnungstaster
Port B: 0 - Motor Ein/Aus
1 - Drehrichtung des Motors
2 - Kontrolleuchte "Tür offen"
3 - Lichtschrankenleuchte Ein/Aus

Als Motor wird für das Experiment ein Generatorbaustein verwendet, da hier beide Anschlüsse zugänglich sind und damit eine Drehrichtungsumkehr (Öffnen/Schließen) durch Umpolen der Betriebsspannung möglich ist. Das Umpolen wird von einem Relais übernommen. Die Drehzahl wird über einen Vorwiderstand (etwa 100 Ohm) soweit verringert, daß die Drehrichtung gut erkennbar ist.
Da im vorliegenden Fall kein geeigneter Taster ("1" = gedrückt) zur Verfügung steht, wird ein Signalgeber mit Schwellwertschalter verwendet. Bild 16 zeigt die Experimentierschaltung.

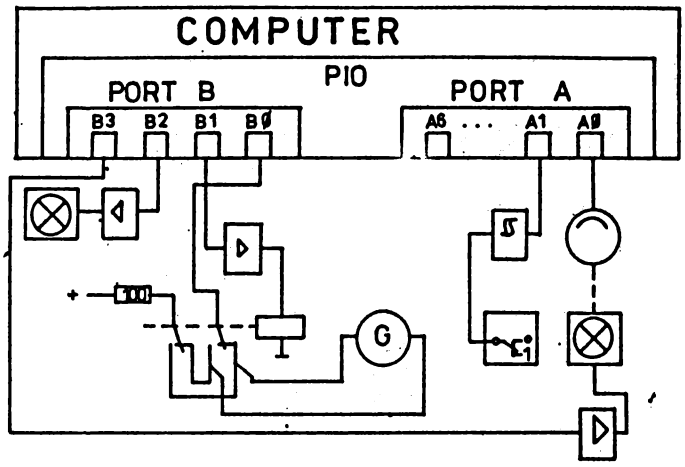


Bild 16 Automatisches Türsystem

Zur Funktion des programmgesteuerten Experiments:
Eine elektronisch gesteuerte Schiebetür soll sich auf Anforderung öffnen und selbsttätig wieder schließen. Die Zahl der passierenden Personen ist zu ermitteln und ständig anzuzeigen. Die erforderliche Lichtschranke ist in die Türhälften eingebaut, bei geschlossener Tür kann sie deshalb abgeschaltet werden (Einsparung von Energie). Eine Kontrolleuchte ("Grünes Licht") soll anzeigen, wann die Tür vollständig geöffnet ist und es dürfen bei sich schließender Tür keine Personen eingeklemmt werden.

Ablauf des Steuerungsprogramms:
Zunächst erfolgt die Ausschrift "TUER GESCHLOSSEN". Beim Betätigen des Drucktasters erscheint "TUER ÖFFNET", dann "TUER OFFEN" und "TUER SCHLIESST". Während des gesamten Vorgangs werden die passierenden Personen gezählt. Etwa drei Sekunden nach der letzten Lichtschrankenunterbrechung beginnt der Schließvorgang. Wird die Lichtschranke in dieser Phase unterbrochen, öffnet sich die Tür wieder. So wird das Einklemmen von Personen vermieden. Das vollständige Öffnen der Tür wird durch die Lampe angezeigt. Das Programm erfüllt somit die gestellte Aufgabe.

4.9. Programm "Digitale Regelung"

Der Einsatz des Programms kann für die LPE 5 "Informationsverarbeitung in digitalen Steuerungen" genutzt werden. Ebenso kann es in LPE 7 "Automatisierungsbeispiel aus dem Berufsgebiet" und LPE 10 "Prozeßautomatisierung mit dem Computer" zum Einsatz kommen.
Das BASIC-Programm wird mit dem Wort "REGEL" geladen. Es realisiert digitale Steuerungen von nicht zu schnellen Vorgängen wie Temperatur- und Füllstandssteuerungen. Der Programmteil zur Meßwerterfassung arbeitet im Maschinencode, da der A/D-Umsetzer-Baustein den Meßwert ziffernweise als BCD-Werte im Multiplexbetrieb ausgibt.
Auf dem Bildschirm werden Soll- und Ist-Wert digital und grafisch dargestellt und unterstützen den Erkenntnisprozeß durch gute Veranschaulichung.
Mit dem Programm wird der Erwerb von Kenntnissen über die Nutzung des Computers zur Informationsgewinnung, -verarbeitung, -anzeige und -ausgabe bei der Prozeßautomatisierung unterstützt. Kenntnisse zur Signalwandlung werden gefestigt und die Vorteile des Computers als Steuereinrichtung sichtbar gemacht.
Die Nutzung des Programms kann entsprechend der vorgegebenen Schaltung nach Bild 17 zunächst als Demonstrationsexperiment eingesetzt werden, um die Bedeutung digitaler Steuerungen durch den Einsatz der Computertechnik im Unterrichtsgespräch zu verdeutlichen. Auf das relativ langsame Reagieren des Programms zur Informationsverarbeitung in digitalen Steuerungen kann in diesem Zusammenhang eingegangen werden.

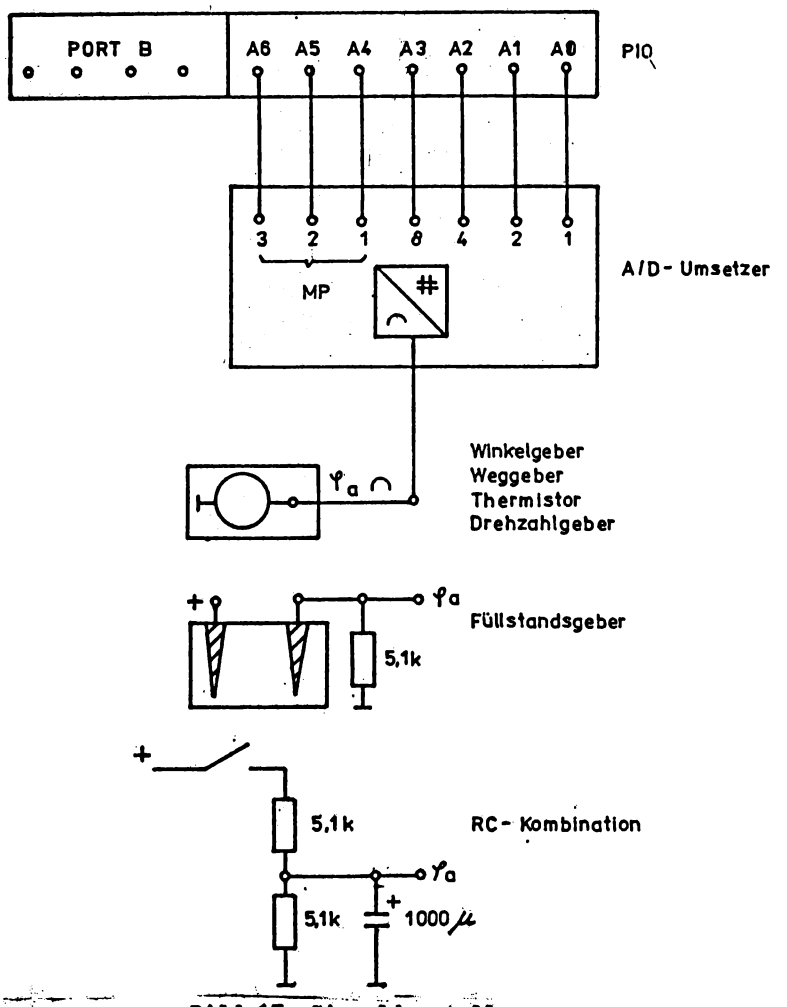


Bild 17: Signaldarstellung

Die Wahl des Geberbausteins sollte die Lehrkraft entsprechend den Berufsrichtungen entscheiden. Zur Erläuterung der Signalwandlung kann der Signalflußplan nach Bild 18 genutzt werden.

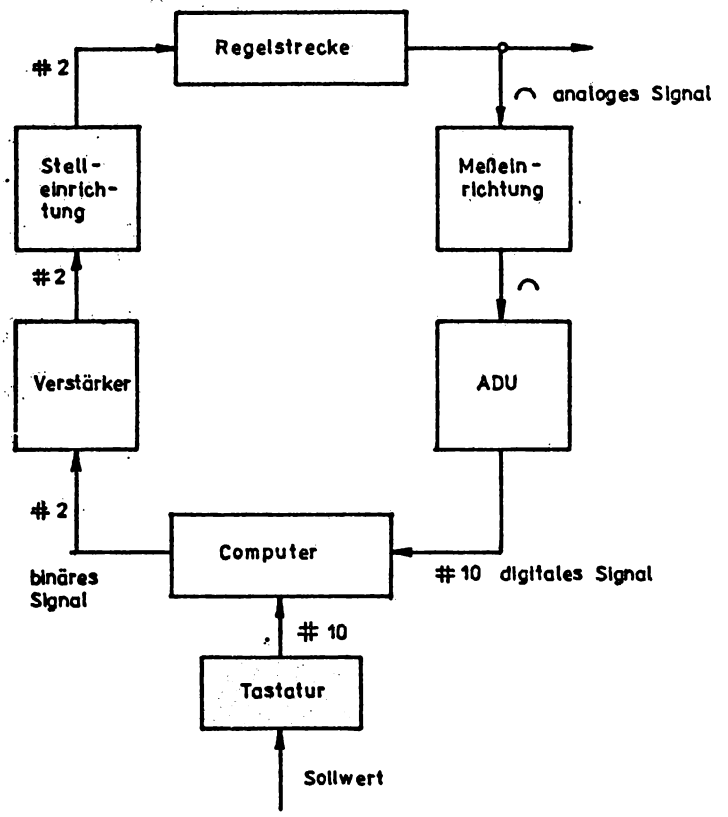


Bild 18 Signalflußplan

Zur weiteren Ausprägung von Fähigkeiten und Fertigkeiten im selbständigen Umgang mit der Experimentier- und Computertechnik sollte sich im Lehrlingsexperiment eine digitale Temperaturregelung anschließen.

Als Erkenntnis sind herauszuarbeiten:
- es handelt sich um eine Zweipunktregelung mit digitalem Soll-Ist-Wertvergleich;
- die vorteilhafte Nutzung des Computers zur Informationsgewinnung, -verarbeitung, -anzeige und -ausgabe;
- die Nutzung des Computers als flexible Steuereinrichtung.

4.10. Programm "Prozeß"

Das Programm "PROZESS" wurde zum Einsatz in der LPE 10 "Ausgewählte Einsatzmöglichkeiten des Computers zur Lösung beruflicher Aufgaben", Stoffgebiet "Prozeßautomatisierung mit dem Computer" erarbeitet.
Es enthält folgende selbständige Programme:
1 - Ampel blinkend
2 - Ampel festprogrammiert
3 - Ampel programmierbar
4 - Zähler mit Lichtschranke
5 - Füllstandssteuerung

Die Programme 1 und 2 sind Beispiele zum Einsatz des Computers zur Informationsausgabe.
Programm 4 ist zum Einsatz des Computers zur Informationseingabe, -verarbeitung und -anzeige vorgesehen; die Programme 3 und 5 für den Einsatz des Computers zur Steuereinrichtung.
Die einzelnen Programme können von einem Menü ausgewählt werden und ermöglichen nach einem bestimmten Zyklus (bzw. ständig) die Wiederholung der Steuerung oder die Rückkehr ins Menü.
Der Maschinencode für den Zeichensatz ist in das BASIC-Programm eingebunden. Deshalb ist Listen des Programms erst nach dem ersten Programmstart mit "RUN" möglich.
Vollständiges Löschen des Programms ist mit Kaltstart (BASIC) oder Ausschalten des Computers durchzuführen.
Die Programme sind für die Demonstration vorgesehen und veranschaulichen grafisch den Experimentieraufbau sowie den Steuerungsablauf. Die Programme 1, 2 und 3 (mit Einschränkung) eignen sich auch zur Simulation ohne Koppelelektronik.
Der Einsatz des Programms unterstützt den Kenntniserwerb zur Nutzung des Computers zur Prozeßautomatisierung. Die Bedeutung des Computers als flexible Steuereinrichtung wird erkannt.
Zum Ablauf des Unterrichts werden folgende Schritte empfohlen:

1. Schritt
Zur Motivierung und als Zielstellung wird das Programm 3 "Ampel programmierbar" als Lehrerdemonstration vorgeführt. Dabei soll durch unterschiedliche Eingabe der Schaltzeiten die Flexibilität der Steuereinrichtung aufgezeigt werden. Durch Analyse des Informationsflusses sollen die Lehrlinge den Computer in diesem Beispiel als Steuereinrichtung mit Ein- und Ausgangssignalen erkennen.
Das Entwickeln des Steuerprogramms wird für den Anfang als zu komplex zurückgestellt, aber als Zielstellung für dieses Thema hervorgehoben. Die Realisierung erfolgt über die Teilziele "Ampel blinkend" und "Ampel festprogrammiert".

2. Schritt
Schwerpunkt ist die Betrachtung des Computers nur zur Informationsausgabe (Zeitplansteuerung). Die Vorstellung des Programms als Demonstration dient zur Orientierung. Im frontalen Vorgehen wird das reine Steuerprogramm gemeinsam entwickelt (vgl. Stoffsammlung Informatik im Grundlagenfach "Grundlagen der Automatisierung". Berlin 1988, Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik).

Struktogramm	BASIC
PIO-Programmierung	10 OUT 7,207:OUT 7,0
1-Signal an B 1	20 OUT 5,2
Warte 1s	30 PAUSE 10
0-Signal an B 1	40 OUT 5,0
Warte 1s	50 PAUSE 10
Wiederhole	60 GOTO 20

Anschließend realisieren die Lehrlinge das Experiment und erhalten die Aufgabe, die Blinkfrequenz zu ändern.

3. Schritt

Als weiteres Beispiel einer Zeitplansteuerung wird das Programm "Ampel festprogrammiert" demonstriert und hier das Problem der Steuerung mehrerer Ausgänge von Port B herausgestellt.
Bei der Beobachtung wird die Richtigkeit der Schaltfolge diskutiert.
Ausgehend von der gemeinsamen Entwicklung des Schaltfolgediagramms entwickeln die Lehrlinge mit zunehmender Selbständigkeit das Programm und erproben die Lösung im Experiment.

Schaltfolge-diagramm	Grün B2 4	Gelb B1 2	Rot B0 1	Verschlüs-selung	
1. Schritt Pause 5s	0	0	1	1	100 OUT 5,1 110 Pause 50
2. Schritt Pause 2s	0	1	1	3	120 OUT 5,3 130 Pause 50
3. Schritt Pause 5s	1	0	0	4	140 OUT 5,4 150 Pause 50
4. Schritt Pause 2s	1	1	0	6	160 OUT 5,6 170 Pause 20
5. Schritt Pause 2s	0	1	0	2	180 OUT 5,2 190 Pause 200
6. Schritt zu 1					200 GOTO 100

4. Schritt

Ausgehend von einer Zielorientierung am Programm 3 wird die Einbeziehung eines Schalters an Bit A1 herausgestellt.

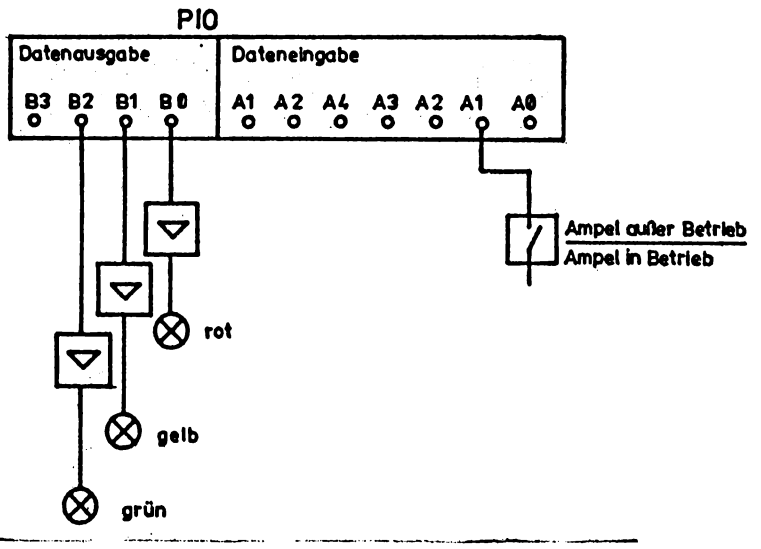
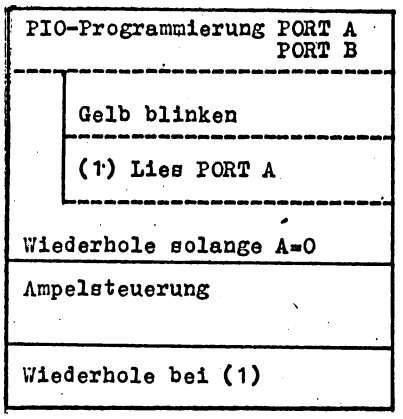


Bild 19 Ampelsteuerung/ Zeitplansteuerung

Schalter AUS - Ampel außer Betrieb (gelb blinkend)
Schalter EIN - Ampel in Betrieb (Ampelsteuerung)
Die Programmergänzung wird gemeinsam vorgenommen.

Struktogramm




```
 5 OUT 6,207 : OUT 6,15
10 }
20 }  Ampel blinkend
 . }
 . }
 . }
60 A = INP (4)

70 IF A=0 THEN 20
100 }
    }  Ampel festprogrammiert
 . }
 . }
 . }
200   GOTO 60
```

Entsprechend dem Leistungsvermögen der Lehrlinge kann das Programm in differenzierter Arbeit ergänzt werden.

Aufgabe: Verändern Sie das Programm so, daß die Pausenzeiten mit Variablen gesteuert werden!

5. Schritt

Das Programm "Zähler mit Lichtschranke" demonstriert den Einsatz des Computers zur Informationseingabe, -verarbeitung und -anzeige.

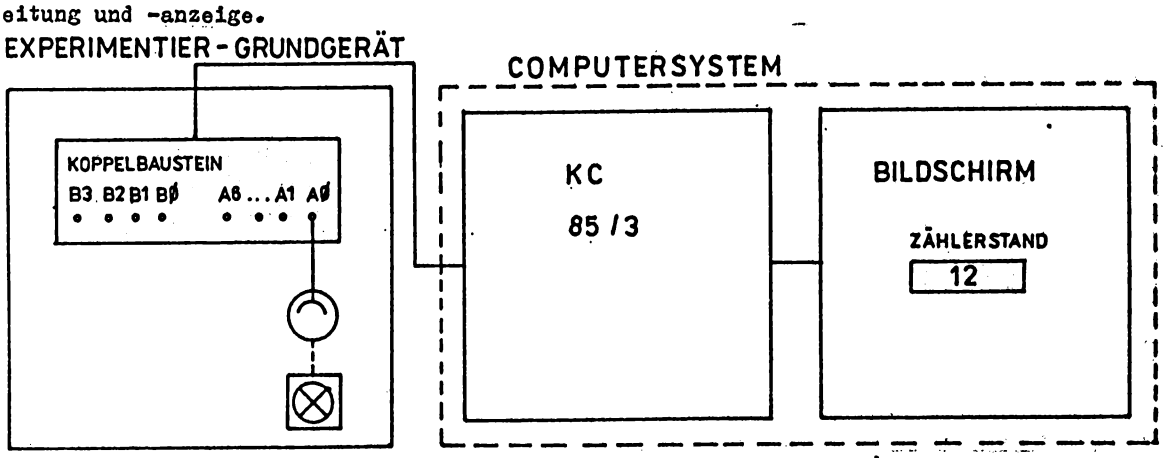
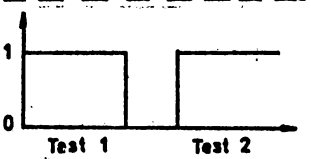


Bild 20 Experimentierschaltung



Bei der Programmierung muß das Eingangssignal bei Lichtunterbrechung betrachtet werden. Eine Impulszählung erfolgt erst nach der Unterbrechung.

Nach gemeinsamer Erarbeitung des Struktogramms sollen die Lehrlinge das Programm selbständig entwickeln und testen.

Praktische Anwendungen dieses Experiments sind abzuleiten und Hinweise zum Programm "Spulenwickelautomat" zu geben, sofern dieses Programm für den Unterricht ausgewählt wird.

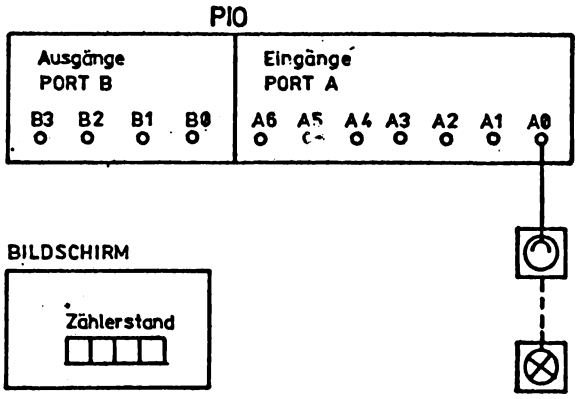


Bild 21 Zähler mit Lichtschranke

```
PIO-Programmierung                                  10 OUT 6,207 : OUT 6,15
BS-Gestaltung                                       20 COLOR 7,1:WINDOW 0,31,0,39:CLS
                                                    30 COLOR 0,7:PRINTAT (8,13); "Zählerstand"
                                                    40 PRINTAT (14,10); "Rückstell '0'"
(1) Ausgabefenster löschen                          50 WINDOW 10,12,13,24:CLS
    Zählervariable C=0                              60 C = 0
    Drucke C                                        70 PRINTAT (11,16); C
        Lies PORT A                                 80 A = INP (4)
        Wenn '0' dann wiederhole bei (1)            90 IF INKEY$ = "0"THEN 50
    Wiederhole solange A   0                        100 IF A <>0THEN 80
        Lies PORT A                                 110 A = 0 THEN 80
    Wiederhole solange A = 0                        120 IF A = 0 THEN 110
    C = C + 1                                       130 C = C + 1
    Wiederhole                                      140 GOTO 70
```

6. Schritt

Das Programm "Füllstandssteuerung" realisiert eine Prozeßsteuerung mit Ein- und Ausgaben. Die Lehrkraft kann das Programm zur Demonstration nutzen.

Ausgehend vom Computerbild wird die Aufgabenstellung konkretisiert, das Struktogramm entwickelt und danach das Programm erarbeitet. Je nach Klassensituation kann die Lehrkraft darüber entscheiden, ob die Anweisung WAIT eingeführt wird.

```
Struktogramm                                        BASIC
PIO-Programmierung                                  10 OUT 6,207:OUT 6,15
                                                    20 OUT 7,207:OUT 7,0
1-Signal an B0                                      30 OUT 5,1
    Lies PORT A                                     40 A = INP (4)
    Bestimme A0                                     50 A0 = A AND 1          WAIT 4,1,0
Wiederhole solange A0   1                           60 IF A0   1 THEN 40
0-Signal an B0                                      70 OUT 5,0
    Lies PORT A                                     80 A = INP (4)
    Bestimme A1                                     90 A1 = A AND 2          WAIT 4,2,2
Wiederhole solange A1   0                           100 IF A1< >2
Wiederhole                                          110 GOTO 30
```

4.11. Programm "Automatisierter Arbeitsplatz"

Bei der Behandlung des "Wirkungsablaufs automatischer Steuerungen" (LPE 2) kann das Programm didaktisch wirkungsvoll eingesetzt werden. Ebenso ist es nutzbar bei der Demonstration von Automatisierungsbeispielen aus dem Berufsgebiet in LPE 7.
Das Programm ist ein BASIC-Programm. Es wird mit CLOAD "FARBGEB" von Kassette geladen und mit RUN gestartet.
Belegung der Bits: Port A: Bit 0 - Lichtschrankensignal
Port B: Bit 0 - Transportmotor Ein/Aus
Port B: Bit 1 - Farbspritzmotor Ein/Aus

Das Programm ermöglicht, den Wirkungsablauf einer einfachen Zeitplansteuerung zu erkennen und sich Wissen und Können zum Zusammenwirken der Funktionseinheiten des automatisierten Arbeitsplatzes (Zählvorgang, Farbgebung, Transport) anzueignen sowie sich in der Durchführung des experimentellen Aufbaus zu üben.
Zur Erarbeitung des Wirkungsablaufes automatischer Steuerungen kann dieses Programm als Demonstrationsexperiment in der LPE 2 eingesetzt werden und in LPE 7 als Lehrlingsexperiment.

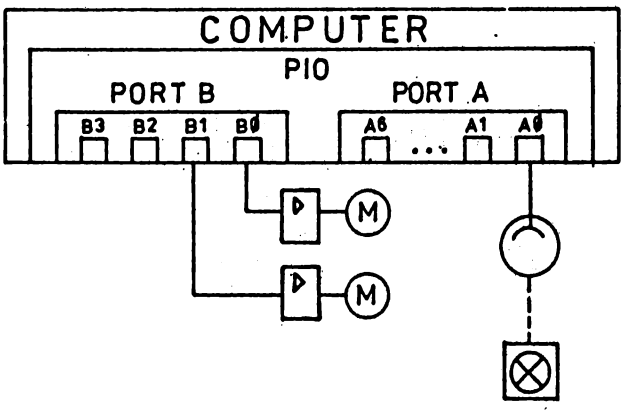


Bild 22 Experimentierschaltung

Das Programm steuert den Arbeitsablauf eines Arbeitsplatzes und stellt den Vorgang gleichzeitig auf dem Bildschirm dar. Es erfolgt die Abfrage einer Lichtschranke und die Steuerung von zwei Motoren. Passiert ein Werkstück die Lichtschranke, wird eine Zeitplansteuerung in Betrieb gesetzt, die das Schalten der Motoren in festgelegter Abfolge realisiert. Ein kostenaufwendiger ständiger Leerlauf der Anlage wird somit vermieden. Außerdem erfolgt eine Zählung der fertiggestellten Werkstücke, deren Anzahl am Bildschirm ständig abgelesen werden kann.
Das Programm kann als "reine Simulation" (ohne Experimentiersatz) ablaufen. Dazu ist zu bemerken, daß die Abfrage der Lichtschranke durch eine Tastaturabfrage im Programm zu ersetzen ist.

```
350 IF INKEY$ = "  " THEN 350
```

Als Auslöser dient jetzt der Druck auf eine beliebige Taste.

4.12. Programm "Spule"

Das Programm ist in der LPE 10 "Ausgewählte Einsatzmöglichkeiten des Computers zur Lösung beruflicher Aufgaben", Stoffgebiet "Prozeßautomatisierung mit dem Computer" einzusetzen. Insbesondere wird bei diesem Programm der Vorteil der Nutzung des CTC-Schaltkreises zur Prozeßsteuerung veranschaulicht.
Das Programm "Spule" enthält zwei selbständige Programme:
1 - Spulenwickelautomat mit PIO
2 - Spulenwickelautomat mit CTC
Die einzelnen Programme können vom Menü angewählt werden.
Der Maschinencode für den Zeichensatz ist mit in das BASIC-Programm eingebunden. Deshalb ist Listen des Programms erst nach dem ersten Programmstart mit "RUN" möglich.

Vollständiges Löschen des Programms ist mit Kaltstart (%BASIC) oder durch Ausschalten des Computers durchzuführen.
Der Einsatz des Programms im Unterricht ermöglicht,
- den Erwerb von Kenntnissen über die Nutzung des Computers zur Prozeßautomatisierung;
- die Festigung von Kenntnissen zur Anwendung der PIO und zum Erwerb von Kenntnissen zur CTC als Zähler;
- die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten, den experimentellen Aufbau zu realisieren;
- das Erkennen der Vorteile der CTC für schnell arbeitende Prozesse.

Folgender Unterrichtsablauf wird empfohlen:

1. Schritt
Als Anwendung zur Prozeßautomatisierung wird eine Steuerung für einen Spulenwickelautomaten erarbeitet. Dabei sind die Vorleistungen des Programms "Lichtschranke mit Zähler" zu nutzen. Informationsein- und -ausgabe sollen dabei über den PIO-Schaltkreis erfolgen.

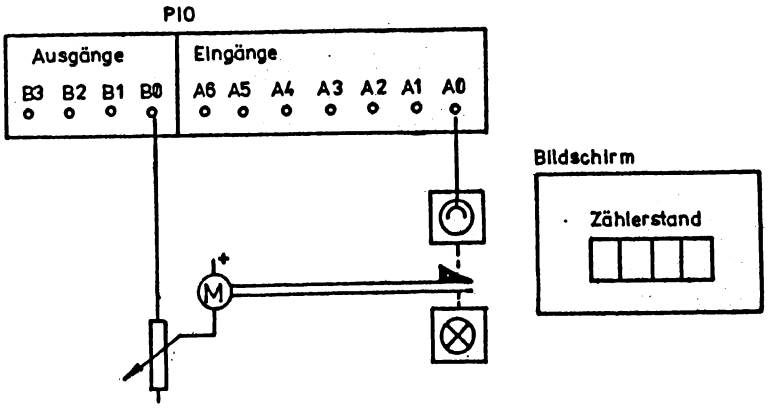


Bild 23 Spulenwickelautomat mit PIO-Schaltkreis

Bei der Durchführung des Experiments ist auf die Trägheit (Verfälschung) bei höherer Drehzahl hinzuweisen. Dieser Nachteil des Programms kann im Unterricht aufgegriffen werden und dient zur Überleitung auf die Nutzung des CTC-Schaltkreises.

2. Schritt
Aus der Beobachtung des zweiten Programms ergeben sich für die CTC als Zähler:
- CTC arbeitet selbständig und schnell;
- CPU holt sich aktuelle Zählerstände zur Verarbeitung, aber CTC zählt weiter;
- zur exakten Steuerung muß die Drehzahl bei Annäherung an die Sollwindungszahl deshalb stark reduziert werden.

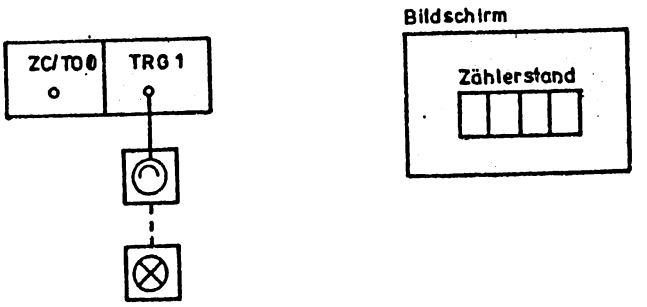


Bild 24 Spulenwickelautomat mit CTC-Schaltkreis

3. Schritt
Je nach Leistungsniveau und Berufsrichtung kann im dritten Schritt der Aufbau und die Programmierung der CTC erläutert werden.

4.13. Programm "Steuerung einer Fußgänger-Fahrzeug-Ampel"

Das Programm "Steuerung einer Fußgänger-Fahrzeug-Ampel" ist für den Einsatz in der LPE 2 "Allgemeine Grundlagen der Steuerungs- und Informationsverarbeitungstechnik" vorgesehen. Das Programm wurde als Demonstrationsprogramm erarbeitet. Durch Nutzung der vergrößerten Schriftdarstellung ist eine Erkennbarkeit von allen Lehrlingsarbeitsplätzen möglich. Der Einsatz des Programms ist auch in den LPE 7 und 10 möglich. Dann sollte die Ziel- und Aufgabenstellung den gewählten Lehrplaneinheiten angepaßt werden (z. B. PIO-Programmierung).
Das Programm ist menügesteuert, so daß sein Einsatz auch als Lehrlingsexperiment ohne weiteres möglich ist.
Das Programm unterstützt die Vermittlung von Kenntnissen über das Prinzip der Kodierung und der Ausprägung von Fähigkeiten, Dezimalzahlen in Dualzahlen darzustellen. Damit werden Voraussetzungen geschaffen, die Bitmuster der einzelnen Phasen der Ampeln in Dualzahlen umzuwandeln und die einzelnen Ampelphasen in einem Schaltfolgediagramm darzustellen sowie die gewandelten Zahlen in das vorhandene Steuerprogramm einzugeben. Darüber hinaus veranschaulicht das Programm auch die Aufgabe des Computers zur Steuerung der Fußgänger-Fahrzeug-Ampel.
Das Programm ist menügesteuert. Der Lehrer kann entsprechend seiner konzipierten Unterrichtsführung zwischen den Programmteilen wählen.

A Bildschirmsimulation
B Schaltfolgediagramm
C Ergänzung des Steuerungsprogramms
D Experimentelle Simulation.

Entsprechend dieser Abfolge wird empfohlen, das Programm als Demonstrationsexperiment einzusetzen und die Schrittfolge für den Unterricht festzulegen.

1. Schritt: Problemstellung und Bildschirmsimulation
Im Unterrichtsgespräch werden die Lehrlinge auf die Problemstellung eingestimmt. Die Bildschirmsimulation des Steuerungsablaufes unterstützt die Motivierungsfunktion.
Der Programmablauf wird erläutert und das Programm über eine bestimmte Taste gestartet.
Die Programmschleife der Bildschirmsimulation wird 3mal durchlaufen. Die Anzahl der Programmdurchläufe kann die Lehrkraft entsprechend der Klassensituation durch Abbruch (BRK) selbst bestimmen.

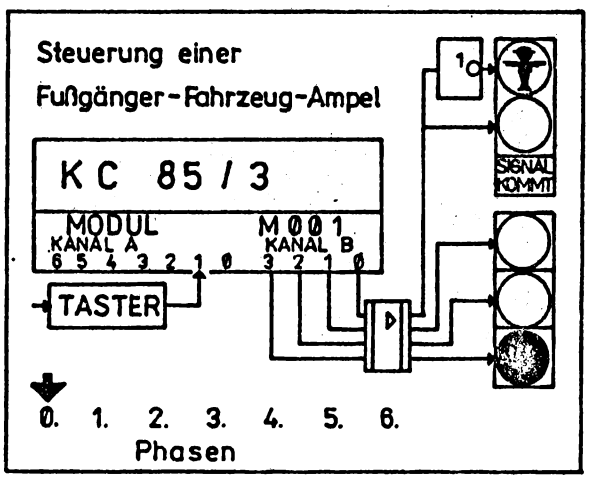


Bild 25 Bildschirmsimulation

2. Schritt: Erarbeitung des Schaltfolgediagramms
Ausgehend von der Simulation der Phasen der Ampelzustände sollten die Lehrlinge an eine logische Schrittfolge beim Nachvollziehen von Erkenntnisschritten bei der Kodierung und Darstellung von Informationen herangeführt werden. Dabei ist dem Binärcode mit den Zeichen 0 und 1 die Priorität einzuräumen und auf die willkürliche Zuordnung von Folgen von Binärzeichen (Bitmuster) aufmerksam zu machen.
Die Darstellung von Dezimalzahlen durch Binärzeichenfolgen sollte sich durch die Erarbeitung des Zustandsdiagramms in Tabellenform anschließen. Diese Tabelle sollte im Unterricht gemeinsam erarbeitet

werden (Programmwahl "B" Schaltfolgediagramm).

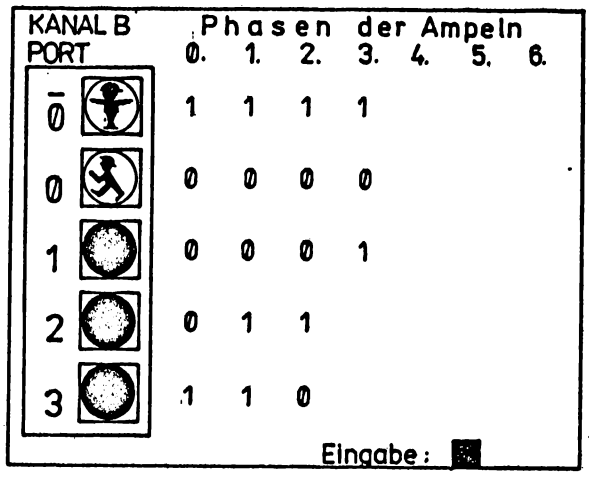


Bild 26 Schaltfolgediagramm

	2^0	2^1	2^2	2^3			
Rot	Grün	Rot	Gelb	Grün		ermittelte Zahlen Dual	Dezimal
(1)	0	0	0	1	0. Phase	1000	8
(1)	0	0	1	1	1. Phase	1100	12
(1)	0	0	1	0	2. Phase	0100	4
(1)	0	1	0	0	3. Phase	0010	2
(0)	1	1	0	0	4. Phase	0011	3
(1)	0	1	0	0	5. Phase	0010	2
(1)	0	1	1	0	6. Phase	0110	6

3. Schritt: Erarbeitung des Funktionsablaufs

Ausgehend von der Erarbeitung des Schaltfolgediagramms wird das Steuerungsprogramm unter Einspielung des Programmteils "C" Steuerungsprogramm in gemeinsamer Arbeit ergänzt.

Die Bitmuster der einzelnen Phasen werden von den Lehrlingen in Dezimalzahlen umgewandelt, um sie zum Zweck der Steuerung mit BASIC am Ende der Übung in das vorhandene Steuerungsprogramm einzugeben.

```
5000 ! ++++ STEUERUNGSPROGRALM ++++
5010 OUT 5, 8 : !          +++ 0. Phase
5020 IF INP(4) = 2 THEN5030: ELSE5020
  :! Warteschleife auf Tastereingabe
5030 PAUSE30
5040 OUT 5,12:PAUSE30: ! +++ 1. Phase
5050 OUT 5,  :PAUSE30: ! +++ 2. Phase
5060 OUT 5,  :PAUSE30: ! +++ 3. Phase
5070 OUT 5,  :PAUSE70: ! +++ 4. Phase
5080 OUT 5,  :PAUSE30: ! +++ 5. Phase
5090 OUT 5,  :PAUSE30: ! +++ 6. Phase
5100 GOTO5010: !>>> 0. Phase
    2. Phase
    Ihren Vorschlag:
```

Bild 27 Steuerungsprogramm

4. Schritt: Experimentelle Simulation

Die Lehrkraft kann die experimentelle Simulation im Lehrlings- bzw. Demonstrationsexperiment realisieren. Beim Aufbau der Schaltung ist zu beachten, daß am Koppelbaustein nur 4 Ausgänge (PORT B) vorhanden sind und deshalb die rote Fußgängerampel über einen Negator mit dem Signal der grünen Fußgängerampel getätigt wird (vgl. Bildschirmsimulation Bild 25).

Wird das Demonstrationsexperiment ausgewählt, dann sind der Elektronik-Haftbausteinsatz 2, das Grundgerät des Lehrlingsexperimentiersatzes und der Koppelbaustein zu nutzen. Mit der experimentellen Simulation soll die Richtigkeit der Umwandlung im 3. Schritt getestet werden.

4.14. Programm "Temperatursteuerung"

Das Programm "Temperatursteuerung" demonstriert Funktionsabläufe bei einer offenen und geschlossenen Steuerung mit Hilfe des Computers als Steuereinrichtung. Die für das Verständnis der Signalverarbeitung notwendigen Informationen werden auf dem Bildschirm angezeigt.
Das Programm ist geeignet für den Einsatz im Informatikteil des Faches "Grundlagen der Automatisierung". Hier ist es in allen drei Lehrplanvarianten zur Realisierung von Zielen der Stoffeinheit "Prozeßautomatisierung mit dem Computer" der Lehrplaneinheit 10 vorgesehen.
Ein Einsatz im Inhaltskomplex "Einführung in die Automatisierung" ist möglich in den Lehrplaneinheiten

- 2 in den Stoffkomplexen "Experimente zur Kodierung, Wandlung und Verstärkung" und "Wirkungsablauf automatischer Steuerungen";
- 5 (Variante 1 und 2) in den Stoffkomplexen "Informationsverarbeitung in Zweipunktregelungen" und "Einsatz von Mikrorechnern zur Automatisierung";
- 7 im Stoffkomplex "Experiment zum ausgewählten Automatisierungsbeispiel".

Als Vorleistungen für den Einsatz des Programms werden benötigt:
- anwendungsbereite Kenntnisse über
  - die Begriffe Information, Daten, Signale,
  - den Wirkungsablauf einer Zweipunktregelung.
- Kenntnisse über
  - wesentliche Begriffe und Größen automatischer Steuerungen,
  - die Arbeitsweise eines Analog/Digital-Umsetzers (ADU).

Das Programm ist geeignet
- zur Darstellung der Arbeitsweise eines Analog/Digital-Umsetzers und
- zur Verdeutlichung des Informationsflusses in einer offenen und geschlossenen Steuerung mit dem Computer als Steuereinrichtung.

Es wird gezeigt, wie die Informationen aus dem angeschlossenen Prozeß durch Analog/Digital-Wandlung gewonnen und aufbereitet, im Computer verarbeitet und als Stellsignale an den Prozeß ausgegeben werden. Wichtige Größen wie Temperaturverlauf und Schaltzustand der Heizung werden als Diagramme oder als Einblendungen in die entsprechenden Bausteine sichtbar gemacht. Es wurde auf größtmögliche Übereinstimmung mit den entsprechenden Abbildungen im Lehrbuch "Grundlagen der Automatisierung" auf Seite 57 Wert gelegt.

Bei der geschlossenen Steuerung (Zweipunktregelung) kann durch Eingabe unterschiedlicher Minimal- und Maximalwerte das Verhalten der Steuerung verfolgt werden. Eine Protokollierung der Versuchswerte durch die Lehrlinge ist durch die eingeblendeten Zeiten und Meßwerte möglich.

Es werden folgende Experimentierbausteine benötigt:
- 1 Modul M001 DIGITAL IN/OUT Steckplatz frei wählbar
- 1 Koppelbaustein
- 1 Temperaturgeber/Thermistor
- 1 Analog/Digital-Umsetzer (ADU)
- 1 Verstärkerbaustein
- diverse Verbindungsleitungen

Hinweise zur Bedienung und zum Umgang mit dem Programm "TEMPERA"
- Das Programm TEMPERA ist ein BASIC-Programm, das in Verbindung mit dem Maschinenprogramm DVM2-2.1 (notwendig zum Einlesen von Meßwerten der Betriebsart 2 des ADU) die Funktion der Meßwerterfassung und Verarbeitung bei einer Temperatursteuerung mit Hilfe des Lehrlingsexperimentiersatzes einschließlich Ergänzungssortiment 1 ermöglicht.
- Das Programm wird nach dem Start des BASIC-Interpreters unter dem Namen "TEMPERA" in den BASIC-Arbeitsspeicher eingelesen und gestartet.
- Es empfiehlt sich, vor dem Einlesen des Programms das Experiment entsprechend der Versuchsskizze aufzubauen. Der Steckplatz des DIO-Moduls kann unter Beachtung der Systemkonfiguration frei gewählt werden. Die Steckplatzadresse wird vom Programm erfragt.
- Die vorliegende Variante des Programms (Version 2.01) erlaubt die Nutzung beider Betriebsarten des ADU! Daraus ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten des Programms, die gezielt methodisch genutzt werden können.
  Durch die geringe Auflösung der Analog-Digital-Umsetzung in der Betriebsart 1 (16 Werte) ergibt sich eine relativ grobe Rasterung der Temperatur (etwa 6 °C pro AD-Wert).
- Die Temperaturdarstellung in den Diagrammen wird durch Nichtlinearitäten der Bausteine im oberen Temperaturbereich ungenau. Diese Faktoren haben auf die Funktion der Steuerung keinen Einfluß und werden erfahrungsgemäß von den Lehrlingen nur selten erkannt.
- Bei der Eingabe von Minimal- und Maximaltemperatur sollte bei Betriebsart 1 des ADU aus technischen Gründen eine Differenz von mindestens 6 °C eingehalten werden.

- Durch die relativ große Informationsdichte auf dem Bildschirm ist ein Gesamtüberblick über die Steuerung nur in Einzelschritten möglich. Es ist prinzipiell möglich, im Programm ab Zeilennummer 4800 Veränderungen vorzunehmen und eine Auswahl der Werte zu treffen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden (! REM-Zeilen).
- Hinweis: Besonders bei älteren Grundgeräten des Lehrlingsexperimentiersatzes treten von Zeit zu Zeit Kontaktprobleme bzw. Spannungsschwankungen auf, die den AD-Wert stark verändern. Diese sind dann als Sprünge in den Diagrammen zu erkennen und können nicht immer vom Programm kompensiert werden. Ein Einfluß auf die Funktion der Steuerung tritt jedoch sehr selten auf (evtl. Neustart)!

Das Programm leistet einen Beitrag zur Entwicklung von Fähigkeiten, einfache technische Systeme unter Anwendung von Folgeketten funktionell zu beschreiben und durch Signalflußbilder und Baugliedpläne darzustellen. Ferner können Kenntnisse über Merkmale einer automatischen Steuerung erworben und Fähigkeiten zum algorithmischen Denken und zum Abstrahieren weiterentwickelt werden.
Das Programm ist vielseitig im Unterricht des Faches "Grundlagen der Automatisierung" einsetzbar. Welche Möglichkeit genutzt wird, ist von den Unterrichtszielen der Lehrkraft und dem Leistungsvermögen der Lehrlinge abhängig. Die hier dargestellte Variante kann deshalb nur als eine Empfehlung angesehen werden.

1. Schritt: Reaktivierung der Kenntnisse über Steuerungen
Zum Verständnis der Temperatursteuerung sollten folgende Kenntnisse reaktiviert werden:
- Teilsysteme und Größen in automatischen Steuerungen,
- Signalflußbild einer offenen und geschlossenen Steuerung,
- Darstellung der Wirkungsweise anhand einer Folgekette.

Diese Reaktivierung kann der Lehrer durch Erteilen von Hausaufgaben oder Lehrlingsaufträgen vorbereiten, um im Unterricht die prinzipielle Wirkungsweise einer Steuerung vertiefend zu wiederholen.

2. Schritt: Einsatz von Computern zur Prozeßautomatisierung
In diesem Schritt sollen folgende Schwerpunkte behandelt werden:
- Erarbeitung der Aufgaben des Computers innerhalb einer Steuerung,
- Vorteile, die sich durch den Einsatz des Computers ergeben,
- Überlegungen zum ökonomischen Einsatz des Computers.
  In einem Unterrichtsgespräch sollte die Einsatzmöglichkeit des Computers als universelle Steuereinrichtung mit allen sich daraus ergebenden Vorteilen herausgearbeitet werden. Besonders auf die Fähigkeit des Computers, mehrere Steuerungen gleichzeitig zu überwachen, ist dabei hinzuweisen. Ebenfalls sollte man erwähnen, daß Computer auf keinen Fall herkömmliche Steuerungstechnik völlig ablösen, sondern daß zuerst die ökonomische Seite des Computereinsatzes genau zu bestimmen ist.

3. Schritt: Möglichkeiten der Signalverarbeitung im Computer
Behandelt werden sollten:
- Die Notwendigkeit der Digitalisierung analoger Größen und
- Kodierung digitaler Signale

Für die Darstellung der Signalverarbeitung im Computer kann in einer Problemdiskussion wiederholend auf das Prinzip der Digitalisierung und die Arbeitsweise eines Analog/Digital-Umsetzers eingegangen werden. Dieses Wissen bildet die Voraussetzung für das Verständnis des Experiments. Es ist vorteilhaft, wenn an dieser Stelle bereits das konkrete Verhalten des Analog-Digital-Umsetzer-Bausteins mit den beiden möglichen Betriebsarten mit den Lehrlingen erarbeitet wird.

4. Schritt: Vorbereitung und Versuchsaufbau des Experiments
Ausgehend von der Zielstellung, die mit dem Experiment beabsichtigt wird, ist den Lehrlingen in Form eines Lehrervortrages eine detaillierte Einweisung in die Experimentiertätigkeit zu vermitteln. Es ist davon auszugehen, daß Experimente zur Prozeßautomatisierung hohe Forderungen an das Abstraktionsvermögen der Lehrlinge stellen und deshalb sehr gründlich vorbereitet sein müssen.

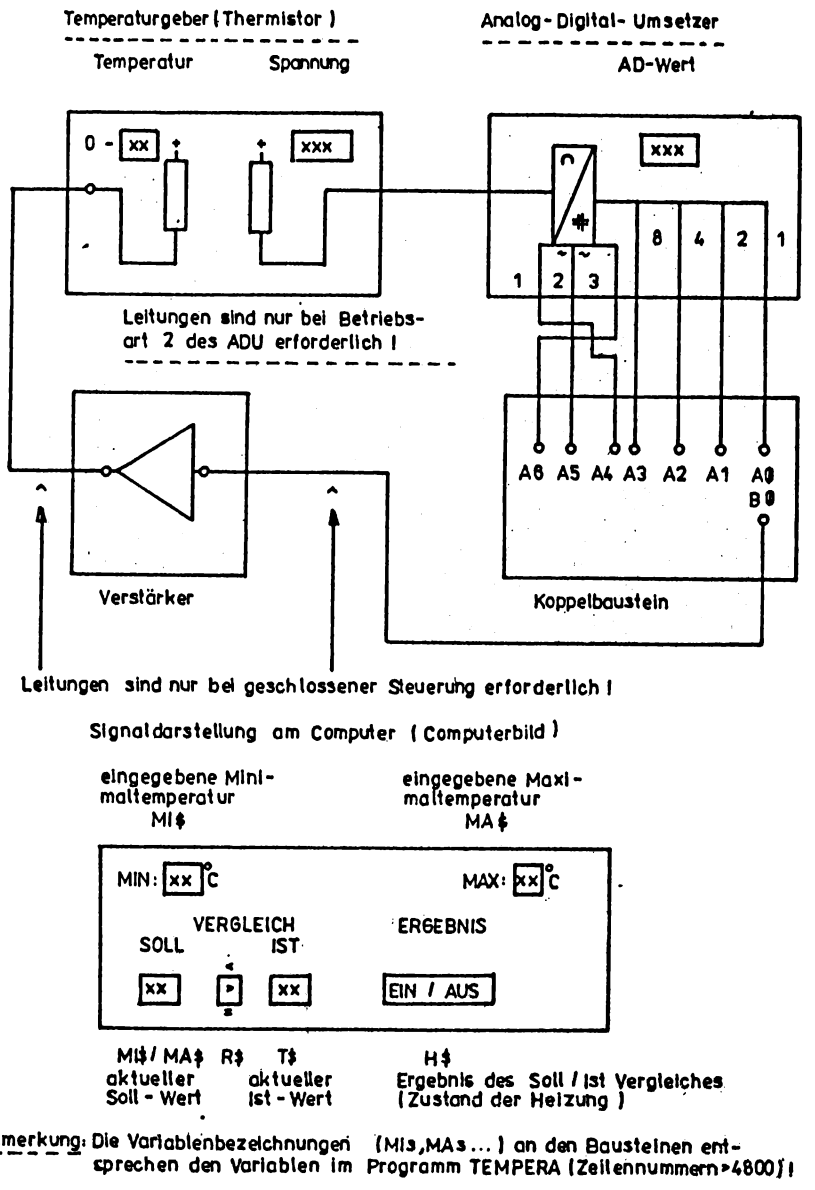


Bild 28 Versuchsaufbau für das Programm TEMPERA

Nach Auswahl der Bausteine, der Vorbereitung der Einsatzbereitschaft des Computers, des Aufbaus des Experiments und dem Einlesen des Programms ist der Versuchsaufbau durch die Lehrkraft zu kontrollieren.

5. Schritt: Durchführung des Experimentes in Teilschritten

a) Nutzung der Betriebsart 1 des ADU (16 Werte-Auflösung)

- Teil 1 - Verdeutlichung der Aufgabenstellung durch Teilprogramm 1, indem der Versuchsaufbau schrittweise erläutert wird.
- Teil 2 - Beobachtung des Verhaltens einer offenen Steuerung durch Einsatz des Programmteiles 2; Protokollierung des Signalflusses in Form einer Folgekette.
- Teil 3 - Überführung der offenen in eine geschlossene Steuerung und Abarbeitung des Programmteiles 3; Protokollierung der Versuchsergebnisse und Beobachtung des Verhaltens der Steuerung unter dem Einfluß unterschiedlicher Minimal- und Maximalwerte.

b) Nutzung der Betriebsart 2 des ADU (999-Werte Auflösung)

- Teil 4 - Wiederholung der Teile 2 und 3 des Experimentes unter den veränderten Bedingungen. Die Lehrlinge müssen vor allem darauf orientiert werden, die Unterschiede der Nutzung der beiden Betriebsarten und die sich ergebenden Vorteile bei Einsatz der Betriebsart 2 zu erkennen.

Zur Unterstützung des Tätigkeits- und Lernprozesses kann die Lehrkraft ein Aufgabenblatt den Lehrlingen aushändigen. Je nach Leistungsniveau der Klasse können Aufgaben nach 2 Varianten ausgewählt werden:

Auswahl von Aufgabenstellungen für das Experiment

Variante 1

1. Stellen Sie den Zusammenhang zwischen der Temperatur, der Spannung und dem AD-Wert in Form einer Folgekette dar! Welche Signalarten kommen hier zum Einsatz? Wie viele verschiedene Werte können die einzelnen Signale annehmen? Nutzen Sie dazu die Programmvarianten 1 oder 2 in beiden Betriebsarten des ADU!
2. Führen Sie die Programmvariante 3 (geschlossene Steuerung) in einer von Ihnen gewählten Betriebsart aus und beobachten Sie das Verhalten der Steuerung!
   Stellen Sie Ihre Beobachtungen in Form einer Folgekette dar!
   Wiederholen Sie das Experiment durch Eingabe unterschiedlicher Minimal- und Maximalwerte! Welche Aussagen können Sie zur Regelgenauigkeit treffen?
3. Führen Sie die Programmvariante 3 (geschlossene Steuerung) nacheinander in den beiden Betriebsarten des ADU aus! Geben Sie unterschiedliche Minimal- und Maximalwerte ein!
   Vergleichen Sie die beiden Betriebsarten des ADU hinsichtlich Auflösung der Ausgabewerte des ADU und Regelgenauigkeit!

Variante 2 (höheres Niveau)

4. Führen Sie das Teilexperiment offene Steuerung in einer der beiden Betriebsarten des ADU aus! Welcher Zusammenhang besteht zwischen Temperatur, Spannung und AD-Wert? Bestimmen Sie für die 3 Signale jeweils
   - signalisierte Größe,
   - Informationsträger,
   - Informationsparameter und
   - Signalart!

   Bestimmen Sie näherungsweise die Auflösung des ADU durch Wiederholung des Teilexperimentes in beiden Betriebsarten!

   Hinweis: Stellen Sie die Werte für Temperatur, Spannung und AD-Wert jeweils in Form einer Meßreihe dar und berechnen Sie das Verhältnis zwischen Temperatur und Spannung bzw. zwischen Temperatur und AD-Wert!
5. Führen Sie das Teilexperiment geschlossene Steuerung nacheinander in beiden Betriebsarten des ADU durch! Wiederholen Sie das Experiment mit unterschiedlichen Minimal- und Maximalwerten der Temperatur!
   a) Welche Beobachtungen können Sie hinsichtlich der Regelgenauigkeit in beiden Betriebsarten treffen? Begründen Sie Ihre Aussagen!
   b) Bestimmen Sie bei gleichen Minimal- und Maximalwerten in beiden Betriebsarten des ADU Regelgenauigkeit und Schwankungsbreite bzw. Schalthäufigkeit!

4.15. Programm "PIO-Programmierung"

Das PIO-Programm ist sowohl für die Inhaltskomplexe "Einführung in die Automatisierung" als auch "Informatik" einsetzbar.
Die Lehrkraft kann das Programm vorteilhaft in der LPE 5 "Informationsverarbeitung" Stoffgebiet: Einsatz des Mikrorechners zur Automatisierung (Variante 1) bzw. Einsatz von Computern zur Informationsverarbeitung (Variante 2) und der LPE 10 des Inhaltskomplexes "Informatik-Grundlagen", "Informatik-Erweiterte Grundlagen" und "Informatik-BmA" nutzen.
Das "PIO-Programm" ist ein reines BASIC-Programm und ist modular aufgebaut. Das Programm erklärt die Funktionsweise der Schnittstelle zum Transport der Daten von peripheren Geräten in den Computer und umgekehrt. Es geht auf das Zusammenwirken der Funktionseinheiten des Computers ein.
Die Strukturierung des Programms gestattet der Lehrkraft, das Programm für verschiedene didaktische Funktionen im Unterricht einzusetzen. An je einem Beispiel wird die Initialisierung zur Ausgabe bzw. Eingabe von Daten veranschaulicht.
Das Programm unterstützt die Aneignung von Kenntnissen
- zum Zusammenwirken der Funktionseinheiten eines Mikrocomputers und
- zur Programmierung von Eingaben und Ausgaben von Signalen (Daten).

Das Programm wurde zur Demonstration der Funktion des parallelen Ein- und Ausgabe-Bausteins erarbeitet.
Aus didaktisch-methodischer Sicht wurde das Programm so gestaltet, daß es für verschiedene didaktische Funktionen im Unterricht einsetzbar ist und der Lehrkraft eine wirksame Hilfe bei der Umsetzung der Ziele und Inhalte des Lehrplanes bietet.

Das Programm verfügt über folgendes Auswahlangebot:
1 - Programmdurchlauf
2 - Blockschaltbild
3 - Ausgabebeispiel
4 - Eingabebeispiel
5 - Programmende
Aus diesem Angebot kann die Lehrkraft entsprechend dem Leistungsvermögen der Lehrlinge und den jeweiligen spezifischen Unterrichtsbedingungen wählen.
Grundsätzlich ist das Programm als Demonstrationsprogramm für den Unterricht vorgesehen, so daß primär das Programm zur Kenntnisvermittlung und Aneignung dient. Das schließt jedoch nicht aus, daß entsprechend dem Auswahlangebot des Programms besonders erzieherische Wirkungen durch Stimulierung der Tätigkeit der Lehrlinge im Unterricht erreicht werden können. Dies wird vor allem durch die Arbeit mit den Aus- und Eingabebeispielen des Programms erreicht.
Unter Anleitung der Lehrkraft können die Lehrlinge in selbständiger experimenteller Tätigkeit die Programmierung des Kanals B zur Ausgabe und den Kanal A zur Eingabe vornehmen und die Eingänge bzw. Ausgänge des Koppelbausteins mit den Bausteinen des Experimentiersatzes belegen.
Der "Programmdurchlauf" im Auswahlangebot des Programms läßt sich vorteilhaft für die gemeinsame Erarbeitung der Problematik im Unterricht nutzen. Dabei kann das Programm zur Demonstration genutzt werden und zur effektiven Führung des Experimentierprozesses im Unterricht beitragen.
Das "Blockschaltbild" im Auswahlangebot des Programms ist vorteilhaft für die Wiederholung im Unterricht einsetzbar, d. h., daß beim Einsatz dieses Programmteils bei der Arbeit mit behandeltem Stoff und erworbenen Erfahrungen Wissen und Können gefestigt, vertieft und eingeprägt werden können.

4.16. Programm "Füllstandssteuerung"

Das Programm ist für die LPE 10 des Inhaltskomplexes "Informatik-Grundlagen","Informatik-Erweiterte Grundlagen" und die LPE 11 "Informatik-BmA" einsetzbar.
Das Programm ermöglicht eine Prozeßsteuerung (Füllstandssteuerung) mit dem Experimentiersatz und eine Simulation auf dem Bildschirm. Der Lehrling wird durch das Programm geführt (weitgehend menügesteuert) und kann durch entsprechende Aufgabenstellungen weitgehend selbständig ein Experiment durchführen.
Bei der Steuerung des realen Prozesses wird der Füllstand eines Behälters mittels Sonden durch den Computer erfaßt und entsprechend den vorher eingegebenen Werten wieder beeinflußt (gesteuert). Die Grenzwerte des Füllstandes werden durch zwei Sonden (S1 - untere Sonde, S2 - obere Sonde), die an die Dateneingänge A0 bis A3 (Port A) des Koppelbausteins beliebig angelegt werden können, erfaßt. Berührt eine Sonde die Flüssigkeit, so liegt an der entsprechenden Datenleitung ein 1-Signal, ansonsten ein 0-Signal an. Über einen beliebigen Datenausgang B0 bis B3 (Port B) des Koppelbausteins wird ein Motor angesteuert, der eine im Behälter befindliche Pumpe antreibt und somit den Füllstand verändert.
Das laufende Programm gibt zu jeweils einem Eingangsbitmuster das entsprechende Ausgangsbitmuster aus. Diese Bitmuster sind vom Anwender als Dualzahl, Dezimalzahl oder Hexadezimalzahl einzugeben. Das Ausgangsbitmuster bleibt solange erhalten, bis ein neues Bitmuster ausgegeben wird.
Bei der Prozeßsimulation müssen die ausgewählten Bits für die Sonden und den Motor über das Menü eingegeben werden. Durch das Programm wird geprüft, ob die eingegebenen Bitmuster mit der Festlegung von Ein- und Ausgängen übereinstimmen (Bit A0 bis A3: Eingänge; Bit B0 bis B3: Ausgänge).

Aufgabenstellung:
1. Bauen Sie die Experimentieranordnung für eine Füllstandssteuerung auf (vgl. Kap. 7 der Stoffsammlung)!
2. Realisieren Sie mit dem Programm die Füllstandssteuerung um den oberen Grenzwert. Die Flüssigkeit soll solange in einem Behälter eingepumpt werden, bis die obere Sonde erreicht wird. Danach soll die Pumpe wieder abschalten. Berührt die obere Sonde die Flüssigkeit nicht mehr, soll sich die Pumpe wieder einschalten. Die Belegung der Datenleitungen mit S1, S2 und Y können Sie selbst wählen.
2.1. Simulieren Sie den Prozeß!
2.2. Nehmen Sie jetzt die Steuerung des Realprozesses vor!
3. Ändern Sie die Bedingungen für das Ein- und Ausschalten der Pumpe sowie die Anschlüsse an den Datenein- und Ausgängen (Port A und B) am Koppelbaustein!

Beispiel zur Lösung der Aufgabe 2.1.
- Starten Sie das Programm
- Wählen Sie bei dem Menü die Kennzahl 2 (Simulation)
- Bestimmen Sie die Bitpositionen
  - untere Sonde S1 = Bit A2
  - obere Sonde S2 = Bit A3
  - Motor Y = Bit B0

- Bestimmen Sie das Bitmuster für alle drei Möglichkeiten entsprechend der Aufforderung durch den Computer, in dem Sie folgende Tabelle aufstellen:

Bitposition		A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0
Wertigkeit		2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
Belegung		S1	S2	0	0	0	0	0	Y
Betriebszustand Dual	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	0	0	0	1
	3	1	1	0	0	0	0	0	0
Betriebszustand Dezimal	1	0				1			
	2	4				1			
	3	12				0			
Betriebszustand Hexadezimal	1	0				1			
	2	4				1			
	3	0				1			

- Geben Sie entsprechend der vorstehenden Tabelle die Bitmuster ein! Die Ein- und Ausgabebitmuster müssen jeweils mit ENTER abgeschlossen werden.

  - Kennzahl 3 Dual : 0000 0001
    0100 0001
    1100 0000
  - Kennzahl 1 Dezimal : 0 1
    4 1
    12 0
  - Kennzahl 2 Hexadezimal : 0 1
    4 1
    0 0

4.17. Programm "Industrieroboterstеuerung"

Das Programm demonstriert den Einsatz von Computern zur Steuerung von Industrierobotern. Es ist als Lehrlingsexperiment in LPE 7 "Automatisierungsbeispiel aus dem Berufsgebiet", Stoffgebiet "Experimentelle Simulation des Computereinsatzes für die Prozeßautomatisierung" zu verwenden.
Das Programm kann sowohl mit dem Lehrlingsexperimentiersatz als auch durch Simulation auf dem Bildschirm realisiert werden. Die Wahl kann durch Eingabe der Kennzahl erfolgen.
Mit dem Einsatz des Programms wird erreicht,
- einen Überblick zur Nutzung des Computers zur Steuerung von Industrierobotern im Experiment zu erhalten!
- sich über die Verfahren zur Programmierung der Wegpositionen (externe Programmierung und Teach-in-Verfahren) zu informieren; Fähigkeiten beim Umgang mit der Experimentiertechnik zur Prozeßautomatisierung weiter zu festigen und auszuprägen und selbständig kleine Veränderungen im Programm bei veränderter Aufgabenstellung vorzunehmen.

Aufgabenstellung:
Das Programm demonstriert den Einsatz von Computern zur Steuerung von Industrierobotern. Die Steuerung kann sowohl am Modell (Lehrlingsexperimentiersatz) als auch durch Simulation auf dem Bildschirm realisiert werden. Die durch den Industrieroboter anzufahrenden Wegpositionen können über die Tastatur (externe Programmierung) oder im Teach-in-Verfahren eingegeben werden.

1. Starten Sie das Programm, wählen Sie für die Simulation (KZ1) die Variante 1 "Tastatureingabe" und geben Sie folgende Werte ein:
   Anzahl der Zwischenhalte: 3
   1. Zwischenhalt: 5 Haltezeit: 7 sec.
   2. Zwischenhalt: 10 Haltezeit: 4 sec.
   3. Zwischenhalt: 15 Haltezeit: 5 sec.
   Stopp: 1
   Beobachten Sie den Ablauf der Steuerung!
2. Wiederholen Sie das Programm, wählen Sie bei der Simulation die Variante 2 "Teach-in", und führen Sie nach eigenen Festlegungen eine Teach-in-Programmierung durch!

3. Bauen Sie mit dem Lehrlingsexperimentiersatz eine Experimentieranordnung auf, mit der die Varianten 1 und 2 des Programms auch demonstriert werden können! Wenn keine Bausteine zur Erzeugung linearer Bewegungen vorhanden sind, kann die Industrieroboterstеuerung mit Hilfe einer Lichtschranke sowie einem Motorbaustein, Verstärker- und Koppelbaustein simuliert werden. Entsprechend dem Programm muß beim Koppelbaustein als Dateneingang A1 und als Datenausgang B0 belegt werden.

4. Welche Veränderungen müssen im Programm vorgenommen werden, wenn die Ausgangsleitung an Bit B3 angeschlossen wird?

4.18. Programm "Digitale Meßwertverarbeitung"

4.18.1. Hinweise zum Einsatz des Programms

Die Prozeßautomatisierung mit dem KC 85/2/3 unter Nutzung des Lehrlingsexperimentiersatzes und des Bausteinergänzungssortiments I wurde durch die Bereitstellung des Moduls M001 DIGITAL IN/OUT (DIO) und des Koppelbausteins zum M001 möglich. Anwendungsspezifische Interfaceschaltungen lassen sich problemlos vom KC 85/2/3 steuern.
Der A/D-Umsetzer-Baustein des Bausteinergänzungssortiments I verfügt über den integrierten Schaltkreis C 520D. Mit diesem 3-Digit-Analog-Digital-Wandler C 520D können analoge Meßwerte digitalisiert und zur Anzeige gebracht werden.
Das vorliegende Programmsystem 'DVM2COM' realisiert die Kopplung des A/D-Umsetzerbausteins vom Lehrlingsexperimentiersatz mit dem M001 DIGITAL IN/OUT des KC 85/2/3 ohne spezielles Interface. Diese Kopplung darf jedoch nur über den Koppelbaustein erfolgen, da TTL-gerechter Signalpegel am M001 gefordert wird.
'DVM2COM' ermöglicht die 7-Segment-Großsichtdarstellung des Meßwertes mit 3 Digit auf dem Bildschirm. Dabei kann der Dezimalpunkt zwischen den einzelnen Stellen frei positioniert werden. Zusätzlich ist die Darstellung einer maximal zweistelligen Maßeinheit unter dem Meßwert möglich. Gleichfalls wird eine dreistellige Testanzeige mit arabischen Ziffern realisiert.
Erforderliche Gerätekonfiguration:
- KC 85/2 bzw. KC 85/3
- Modul M001 DIGITAL IN/OUT (DIO)
- Bausteinergänzungssortiment 1 zum Lehrlingsexperimentiersatz (A/D-Umsetzer)
- Koppelbaustein zum KC 85/2 bzw. KC 85/3

Das Programm 'DVM2COM' ist im Vergleich zu den anderen Programmen zur Prozeßautomatisierung ein spezielles Nutzerprogramm für den Unterricht im Grundlagenfach "Grundlagen der Automatisierung". Dadurch, daß das Programm die Meßwerte des A/D-Umsetzers auch innerhalb von BASIC-Programmen zu verarbeiten imstande ist, ist dieses Programm als universelles Demonstrationsprogramm zur digitalen Meßwertverarbeitung und -darstellung für den Unterricht geeignet.
Achtung! Auf dem KC 85/4 ist 'DVM2COM' nicht lauffähig!

4.18.2. Zum Programmumfang und zum Laden der Programme

Das Programmsystem 'DVM2COM' verfügt über folgenden Programmumfang:
- Maschinenprogramm 'DVM2-2.1' mit den Programmteilen
  - DIO Einschalten/Initialisieren des DIO
  - DIGIT 7-Segment-Großsichtanzeige des Meßwertes
  - ASCII Test-Anzeige mit ASCII-Zeichen
  - ME Maßeinheitenanzeige

Das Maschinenprogramm belegt den Speicherbereich 3B00H-3FFFH.
- Maschinenprogramm 'DVM/F-TAST'
  Das Programm dient der Belegung und Aktivierung der Funktionstasten F2 - F12 mit den für Maßeinheiten notwendigen Sonderzeichen. Es belegt den Speicherbereich B7A6H - B990H.

- BASIC-Programm 'DVM2DAT'
  'DATA-Zeilen und Einleseprogramm für 'DVM2-3.1' auf 3F5FH - 3FFFH

Zusätzlich werden drei BASIC-Programme bereitgestellt:
- 'DVMDEM' Demonstration der Einbindung von 'DVM2-2.1' in BASIC-Programme mit Hinweisen
- 'DVM2BSP' Beispiele der Einbindung von 'DVM2-2.1' in BASIC-Programme mit
  - Anzeige im Bereich -99...-999 Digit
  - Anzeige positiver Spannungen mit wählbarer Kommastelle
  - Grafische Darstellung des Meßwertes
- 'DVMPDEMO' Beispiele der Einbindung von 'DVM2-3.1' in BASIC-Programme (analog 'DVM2BSP')

Das Programm 'DVM-2.1' wird als Maschinenprogramm eingeladen. Nach zwei Möglichkeiten kann das Programm eingegeben werden.

1. Mit Hilfe des CAOS-Menü-Befehls LOAD oder
2. BASIC-Befehl BLOAD

Wird der BASIC-Interpreter aufgerufen, so muß dessen Speicherbereich entweder mit

- MEMORY-END : 15103 bzw. < 15103 oder
- CLEAR256,15103 bzw. </>256 bzw. <15103

begrenzt werden. (15103 = 3AFFH)

Unter diesen Voraussetzungen können entsprechende BASIC-Programme (z. B. 'DVM2DEM', 'DVM2BSP') parallel zu 'DVM2-2.1' arbeiten. Die BASIC-Programme werden mit CLOAD eingeladen. Bei 'DVM2DEM' muß vor dem Start 'DVM-2.1' geladen sein. 'DVM2BSP' fordert bei nicht geladenem 'DVM2-2.1' zum Nachladen innerhalb des Programmlaufs auf.

Die Programme 'DVM2DAT' und 'DVMPDEMO' werden mit CLOAD eingelesen. Dabei sollte 'DVM2DAT' nur als Unterprogramm in selbst erstellte BASIC-Programme nachgeladen werden.

4.18.3. Anschluß des A/D-Umsetzer-Bausteins

Auf dem Grundgerät des Lehrlingsexperimentiersatzes werden der Koppelbaustein, der A/D-Umsetzerbaustein und der Anzeigebaustein aufgesteckt. Mit 4-fach-Verbindungsleitungen werden die Bausteine verbunden. Die Bandleitung des Koppelbausteins wird zum Modul M001 des KC 85/2/3 geführt. Bild 29 zeigt die Anschlußverbindungen

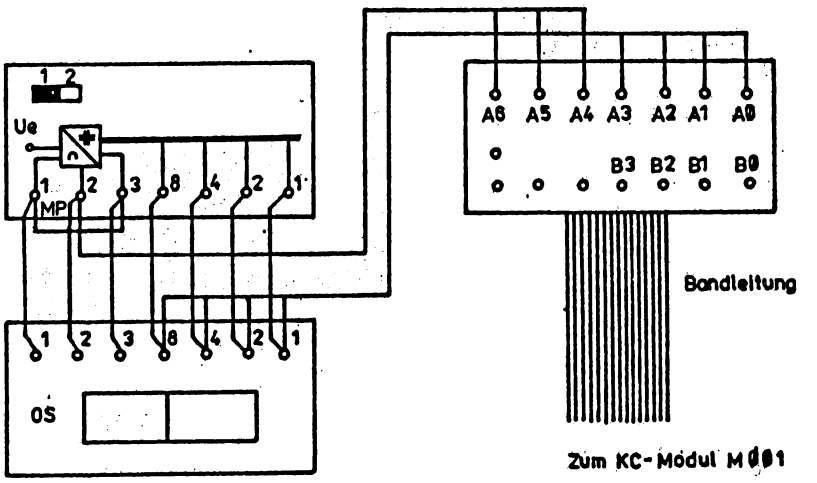


Bild 29 Anschluß des A/D-Umsetzerbausteins

4.18.4. Hinweise zur Handhabung der Teilprogramme des "DVM-2-2.1" (vom CAOS-MENÜ)

a) Modulaktivierung:

Menübefehl: DIO
Format : DIO mm ------ Modulsteckplatz
DIO o ------ Modul ausschalten
Bewirkt das Ein- bzw. Ausschalten des DIO-Moduls, einschließlich PIO-Initialisierung

b) Testanzeige/ASCII):

Menübefehl: ASCII
Format : ASCII (ohne Parameter)
Abbruch : <BRK>
Bewirkt die Darstellung des aktuellen Meßwertes mit ASCII-Zeichen auf dem Bildschirm in normaler Buchstabengröße.

c) Maßeinheit:

Menübefehl: ME
Format : ME A ------ Anzahl der Zeichen für die Maßeinheit
A=1 einstellige Maßeinheit
A=2 zweistellige Maßeinheit
Bewirkt die Anzeige einer beliebigen Maßeinheit im unteren Teil des Bildschirmes in achtfacher Vergrößerung der in den Zeichenbildtabellen des KC vorhandenen Zeichen

- Bemerkungen:
  - Nach Abschluß des Menü-Befehls mit entsprechendem Parameter erfolgt die Aufforderung zur Eingabe der Zeichen für die Maßeinheit über die Tastatur mit dem Wort EINHEIT:.
  - Bei Betätigen der ENTER-Taste wird der Bildschirm gelöscht und die nach 'EINHEIT:' eingegebenen Zeichen werden in achtfacher Pixelvergrößerung dargestellt.
  - Das Programm geht automatisch in den Eingabemodus zurück.
  - Es ist möglich, auch Pseudografikzeichen für die Maßeinheiten zu verwenden, wenn sie über die Tastatur erreichbar sind (z. B. Zeichen von CZ0001 'GETPTB'). Ist 'DVM/F-TAST' geladen, so sind mit den Funktionstasten F2-F12 elf Sonderzeichen nutzbar (vgl. 4.18.5.)

d) Großsichtanzeige: Menübefehl: DIGIT
Format : DIGIT D S
D=0 Darstellung ohne Dezimalpunkt (bzw. ohne Parameter)
D=2 Darstellung mit zwei Stellen nach dem Komma
D=0 Darstellung des Meßwertes mit 3 Digit (bzw. ohne Parameter)
S=2 Darstellung des Meßwertes mit 2 Digit (letztes Digit dann immer Null)
Abbruch : BRK
Bewirkt die Großsichtdarstellung des aktuellen Meßwertes in 7-Segmentdarstellung.

4.18.5. Hinweise zur Handhabung des Programms 'DVM/-TAST'

Das Programm 'DVM/F-TAST' dient der Aktivierung und Belegung der Funktionstasten F2-F12 mit ausgewählten Sonderzeichen für die Maßeinheitendarstellung. Nach dem Laden dieses Programms stehen bis zu einem RESET folgende Zeichen auf den F-Tasten zur Verfügung:

- F2 Omega (Ohm-Zeichen)
- F3 My (Mikrozeichen)
- F4 Phi (Winkel-Zeichen)
- F5 Theta (Temperatur)
- F6 Wellenlinie (AC)
- F 7 Delta (Änderungsoperator)
- F 8 Schaltzeichen Widerstand (li)
- F 9 Schaltzeichen Widerstand (re)
- F10 Gradzeichen
- F11 Exponentenzahl "2"
- F12 Exponentenzahl "3"

Die Funktionstaste F1 ermöglicht die Neuaktivierung der F-Tastenbelegung nach einem Reset. Dies ist jedoch nur von BASIC aus möglich. 'DVM/F-TAST' kann auch unabhängig vom Programmsystem 'DVM2COM' in eigenen Programmen verwendet werden.

4.18.6. Einbinden des Programms 'DVM2COM' in BASIC-Programme

Der 3-Digit-Meßwert des A/D-Wandlerbausteins kann mit Hilfe von 'DVM2COM' innerhalb von BASIC-Programmen verarbeitet werden.

Nutzung des Programms 'DVM2-2.1'

Für die Nutzung innerhalb von BASIC-Programmen ist zu beachten, daß
- das Maschinenprogramm 'DVM2-2.1' geladen ist (vgl. 4.18.2.),
- der BASIC-Speicherbereich auf Adressen kleiner oder gleich 15103 (= 3AFFH) begrenzt wird,
  ---→ max. 13806 BYTES FREE,
- der Modul M001 aktiviert ist (z. B. mit SWITCH 8,1),
- die PIO des M001 initialisiert ist (BASIC: OUT6,207:OUT6,127).

Der Aufruf der Meßroutine erfolgt mit: CALL=3C3F oder CALL 15423.
Der Meßwert steht im ASCII-Code in folgenden Speicherzellen:
. MSD (most significant digit = Hunderterstelle) = 3CC1H (15553)
. NSD (next significant digit = Zehnerstelle) = 3CC2H (15554)
. LSD (least significant digit = Einerstelle) = 3CC3H (15555)
Der Betrag des Meßwertes kann folgendermaßen gebildet werden:
MWERT=(PEEK(15553)-48x100)+PEEK(15555)-48.
Erfolgt ein positiver Überlauf, so steht in den Speicherzellen von MSD, NSD und LSD der ASCII-Code 69 ("E"). Beim negativen Überlauf wird in die Zellen der Code 45 ("-") eingetragen. Wird eine negative Spannung bis -99 Digit erfaßt, so steht in der MSD-Speicherzelle der ASCII-Code 45 ("-").
Konkrete Handhabungsbeispiele sind dem Listing der Programme 'DVM2DEM' und 'DVM2BSP' zu entnehmen.
Zusammenfassend ergibt sich folgendes Beispielprogramm für die ständige Anzeige des Meßwertes (DIO-Modul im Schacht 08 des KC 85/2/3 und A/D-Umsetzer liefert Signal mit 0 < Digit < 999):

```
10  CLEAR256,15103 : ! Speichergrenze 3AFFH
20  WINDOW:CLS:PRINTAT(15,11)"'DVM2-2.1' laden !"
30  BLOAD:CLS     : !  'DVM2.1' laden
40  SWITCH8,1  :OUT6,207:OUT6,127  !  DIO-Modul ein und initialisieren
50  CALL*3C3F     : ! Aufruf Meßroutine
60  A$=INKEY$:IFA$="A"THEN140 : ! Abbruch mit Taste<A>
70  AD=15553 : ! Abfrage der Speicherzellen MSD, NSD, LSD
80 MSD=(PEEK(AD)-48)*100 : ! Dezimalwert von MSD
90  NSD=(PEEK(AD+1)-48)*10: ! Dezimalwert von NSD
100 LSD=(PEEK(AD+2)-48     : ! Dezimalwert von LSD
110 MWERT=MSD+NSD+LSD      : ! 3-Digit-Meßwert berechnen
120 PRINTAT(15,18);COLOR7,2;MWERT : ! Meßwert anzeigen
130 GOTO 50 : ! Meß-Schleife
140 SWITCH8,0 : ! DIO-Modul ausschalten
150 CLS:END
```

Wird der Interpreter danach mit BYE verlassen, so können die unter Punkt 4.18.4. genannten Funktionen DIO, ME, DIGIT und ASCII aktiviert werden. Innerhalb von BASIC sind diese nicht nutzbar. Mit REBASIC kann das BASIC-Programm zur Meßwertverarbeitung wieder gestartet werden.

Beachte:

- Wird nicht innerhalb des BASIC-Programms vor dem Laden von 'DVM2-2.1' der BASIC-Speicher begrenzt, so muß dies zuvor bei MEMORY-END erfolgt sein.
- Soll das Programmsystem 'DVM2-2.1' mit mehreren DIO-Modulen zusammenarbeiten, ist die Prioritätskette des KC-Systems einzuhalten, d. h. nur der genutzte DIO darf eingeschaltet sein.

Nutzung des Programms 'DVM2-3.1'

Diese Version von 'DVM2COM' beinhaltet nur das Steuerprogramm DIO und liegt in Form von DATA-Teilen vor. Diese DATA-Zeilen können in jedes beliebege BASIC-Programm nachgeladen werden. Das Programm 'DVM2DAT' beginnt mit der Zeilennummer 10000. Die Steuerroutine wird von 3F5FH bis 3FFFH gepokt. Die Handhabung ist prinzipiell die gleiche wie bei Programm 'DVM2-2.1' beschrieben. Dabei ist nur folgendes zu beachten:

- MEMORY-END (CLEAR) = 3F5EH (16222)
- Meßroutine = 3FABH (16299)
- MSD, NSD, LSD-Wert = 3FFCH (16380), 3FFDH (16381), 3FFEH (16 382)
- Nutzung von ME,ASCII und DIGIT im CAOS ist nicht möglich!

Weitere Hinweise sind dem Programm 'DVMPDEME' zu entnehmen.